

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta strojní**  
**Katedra výrobních strojů a konstruování**

**Povrchová úprava bubnů pásových dopravníků**

**Coating Drums of belt Conveyors**

Student:

Lukáš Bachan

Vedoucí bakalářské práce:

prof. Ing. Josef Jurman, CSc.

Datum odevzdání:

21.5.2012

Ostrava 2012

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání bakalářské práce

Student: **Lukáš Bachan**  
Studijní program: B2341 Strojírenství  
Studijní obor: 2302R010 Konstrukce strojů a zařízení  
Specializace: 70 Zemní, těžební a stavební stroje  
Téma: Povrchová úprava bubnů pásových dopravníků  
Coating Drums of Belt Conveyors

Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte optimální zařízení pro povrchovou úpravu bubnů pásových dopravníků
2. Zpracujte přehled stávajícího stavu s uvážením výhod a nevýhod.
3. Zpracujte ekonomicko-technické zhodnocení stávajících alternativ.
4. Definujte vliv zvýšení součinitele tření (použitého materiálu a jeho kvality) povrchu bubnu na velikost přenášené síly a tím na teoretickou možnost prodloužení dopravníku.
5. Zpracujte jednotlivé závislosti formou grafů.
6. Zpracujte úvodní dokumentaci pro navržené alternativní řešení.

Seznam doporučené odborné literatury:

CVEKL, Z. – DRAŽAN, F. *Teoretické základy transportních zařízení*. 1. vyd., Praha: SNTL, 1976. 319 s.  
JEŘÁBEK, K. *Metodika navrhování strojů*. 1. vyd. Praha, Ediční středisko ČVUT Praha, 1999. 119 s.  
ČSN 01 6910 *Úprava písemností psaných strojem nebo zpracovaných textovými editory*. Praha: Český norm. institut, srpen 1997. 36 s.  
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český norm. institut, 1996. 32 s.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **prof. Ing. Josef Jurman, CSc.**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

#### **Mistopřísežné prohlášení**

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....21.5.2012.....

.....Kachubský.....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....21.5.2012.....

..........

podpis

Jméno a příjmení autora práce:

Lukáš Bachan

Adresa trvalého pobytu autora práce:

Hlavní 1017

687 25 Hluk

Rád bych vyjádřil poděkování panu prof. Ing. Josefovi Jurmanovi, CSc. za odborné vedení, cenné rady a připomínky, které mi poskytl při zpracování mé bakalářské práce a také panu Ing. Leo Boháčovi, majiteli firmy DvB-AF s.r.o.

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

BACHAN, L. *Povrchová úprava bubnů pásových dopravníků: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2012, 52 s. Vedoucí práce: prof. Ing. Josef Jurman CSc.

Cílem mé bakalářské práce je navrhnout povrchové úpravy bubnů pásových dopravníků. V první části jsem se věnoval popisu všeobecně pásového dopravníku a jeho části. V druhé praktické části jsem zanalyzoval stávající řešení potahů a způsobů jejich aplikace na buben, ekonomicky porovnal a navrhl vhodný potah bubnu. Následně jsem všeobecně zpracoval jaký má vliv součinitel tření na přenášené síly a možné prodloužení dopravníku.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

BACHAN, L. *Coating Drums of Belt Conveyors: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Machine Parts and Mechanisms, 2012, 52 p. Thesis head: prof. Ing. Josef Jurman CSc.

The target of my thesis is propose of suitable surface finishes of drums and conveyor belts. In first part I was focused on general description of conveyor belt and his parts. In second practical part I analyzed existing solutions of covers and forms and their application on drums, economically compared and proposed suitable cover of drum. Than I in general prepared how influence does coefficient of friction have on transmitted power and possible extension of conveyor.

# Obsah bakalářské práce

|  |           |
|--|-----------|
| Seznam použitých značek a symbolů .....  | 8         |
| Úvod .....   | 9         |
| <b>1 Literární rešerše .....</b>   | <b>10</b> |
| 1.1 Hnací buben .....  | 10        |
| 1.2 Vratný buben .....   | 13        |
| 1.3 Ložiskové těleso .....   | 13        |
| 1.4 Napínací zařízení na vratném bubnu .....   | 14        |
| 1.5 Materiál bubnu .....   | 16        |
| 1.6 Části bubnu .....  | 17        |
| 1.7 Firmy zabývající se povrchovou úpravou bubnů.....  | 21        |
| <b>2 Vlastní vypracování.....</b>  | <b>23</b> |
| 2.1 Návrh optimálního zařízení pro povrchovou úpravu bubnů .....   | 23        |
| 2.1.1 Vulkanizace.....   | 23        |
| 2.1.2 Lepení pryžového potahu za studena.....  | 24        |
| 2.1.3 Přichycení pryžového potahu pomocí držáků .....  | 25        |
| 2.1.4 Svařování pásů .....   | 26        |
| 2.2 Přehled stávajícího stavu s uvážením výhod a nevýhod .....   | 26        |
| 2.2.1 Bez povrchové úpravy.....  | 27        |
| 2.2.2 Pryžový povrch .....   | 28        |
| 2.2.3 Keramický povrch.....  | 29        |
| 2.3 Ekonomicko-technické zhodnocení stávajících alternativ .....   | 30        |
| 2.3.1 Pryžový potah typu KARO.....   | 31        |
| 2.3.2 Diamond keramik .....  | 33        |
| 2.3.3 FLEX-LAG-LAGING .....  | 35        |
| 2.3.4 FLEX – LAG WELD (kopie ČR).....  | 38        |
| 2.3.5 FLEX – LAG WELD.....   | 39        |
| 2.4 Definujte vliv zvýšení součinitele tření (použitého materiálu a jeho kvality)<br>povrch bubnu na velikost přenášené síly a tím na teoretickou možnost<br>prodloužení dopravníku..... | 41        |
| 2.5 Zpracujte jednotlivé závislosti formou grafů .....   | 43        |
| Závěr .....  | 49        |
| Literatura .....   | 50        |
| Seznam příloh.....   | 52        |

## Seznam použitých značek a symbolů

|                  |  |                       |
|------------------|--|-----------------------|
| SOF              | static conductive oil and fire resistant [staticky voidié a nehořlavé] |                       |
| EPDM             | ethylene propylene diene m-class [ethyl propylendien třída ]           |                       |
| MIG              | metal inert gas [kov inertní ply ]                                     |                       |
| ND               | natural Rubber [přírodní pryž]   |                       |
| FRD              | fire resistant ruber [nehořlavá přírodní pryž]                         |                       |
| NDC              | natural Rubber ceramic [přírodní pryž keramika]                        |                       |
| FRDC             | fire resistant rubber ceramic [nehořlavá pryž keramika]                |                       |
| CL               | ceramic laging [keramický potah]                                       |                       |
| CFR              | ceramic fire resistant [keramika nehořlavá]                            |                       |
| WNC              | weld on ceramic [svařovaná keramika ]                                  |                       |
| P                | Povrch pláště  | [m <sup>2</sup> ]     |
| Π                | Ludolfovo číslo  | [-]                   |
| r                | Poloměr válce  | [m]                   |
| v                | Výška válce  | [m]                   |
| Ø                | Průměr   | [-]                   |
| F <sub>N</sub>   | Nabíhající síla  | [N]                   |
| F <sub>0</sub>   | Odbíhající síla  | [N]                   |
| μ                | Součinitel tření   | [-]                   |
| α                | Úhel opásání   | [rad]                 |
| L                | Délka dopravníku   | [m]                   |
| g                | Tíhové zrychlení   | [m·s <sup>-1</sup> ]  |
| w                | Měrný odpor dopravníku   | [-]                   |
| m <sub>RVS</sub> | Měrná hmotnost spodních rotujících válečků                             | [kg·m <sup>-1</sup> ] |
| m <sub>RVH</sub> | Měrná hmotnost horních rotujících válečků                              | [kg·m <sup>-1</sup> ] |
| m <sub>Q</sub>   | Měrná hmotnost zatížení  | [kg·m <sup>-1</sup> ] |
| m <sub>p</sub>   | Měrná hmotnost dopravního pásu   | [kg·m <sup>-1</sup> ] |



## Úvod

Je velmi důležité se zabývat změnou povrchu bubnu dopravníku a tím zlepšit podmínky pro přenos tažné síly pásu. Nejčastějším důvodem této změny je snižování nákladů, ať už při pořizování nového dopravníku nebo zlepšení vlastností stávajícího. Dříve používané bubny byly pouze broušeny a dnešním podmínkám přestávají vyhovovat. Nikdy není možné v provozu dosáhnout ideálních podmínek, i když se montují různé čističe, stěrače případně kartáče na čištění. Proto se snaží výrobci bubnů zdokonalovat povrch tak, aby měl co největší součinitel tření, a to i v nepříznivých podmínkách.

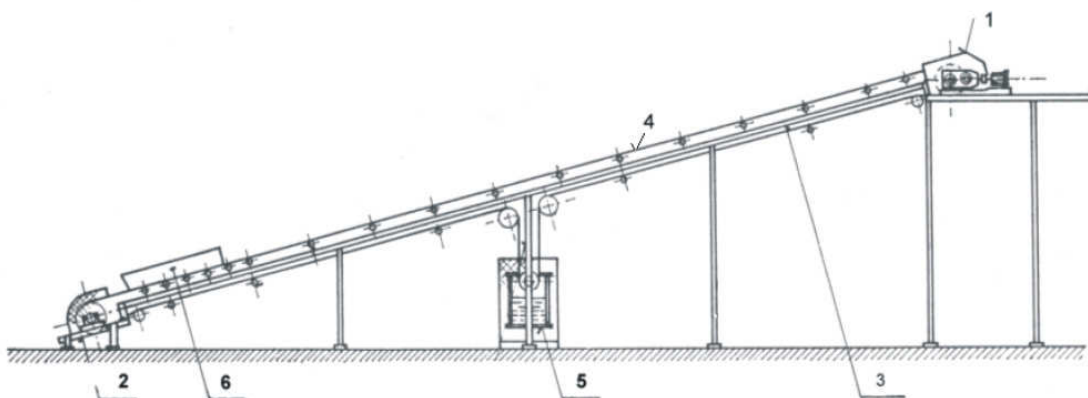
Proto jsem se rozhodl zabývat tímto problémem, tedy aby dopravník měl co nejmenší ztráty např. prokluzem ve zhoršených pracovních podmínkách (bláto, voda), na základě nabídky firmy DvB-AF s.r.o.

### Zásady pro vypracování:

1. Navrhněte optimální zařízení pro povrchovou úpravu bubnů pásových dopravníků.
2. Zpracujte přehled stávajícího stavu s uvážením výhod a nevýhod.
3. Zpracujte ekonomicko-technické zhodnocení stávajících alternativ.
4. Definujte vliv zvýšení součinitele tření (použitého materiálu a jeho kvality) povrch bubnu na velikost přenášené síly a tím na teoretickou možnost prodloužení dopravníku.
5. Zpracujte jednotlivé závislosti formou grafů.
6. Zpracujte úvodní dokumentaci pro navržené alternativní řešení.

## 1 Literární řešerše

Buben je jedna z hlavních součástí pásového dopravníku, slouží nejen k pohánění pásu, ale i k jeho napínání. Každý pásový dopravník má minimálně dva bubny, a to hnací buben, který je součástí poháněcí stanice (1), vratný buben, který je uložen ve vratné stanici (2) obr.1.1. Další bubny mohou být umístěny v průběhu dopravníku, svou funkcí napomáhají k napínání pásu. U dlouhých dopravníků, které mohou být dlouhé i několik desítek až stovek metrů, napomáhají další vložené hnací bubny k pohánění pásu.

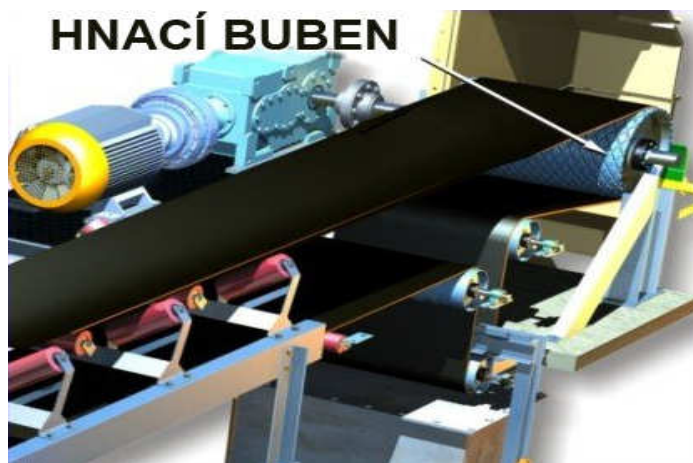


Obrázek 1.1 - Schéma pásového dopravníku [1]

1 – poháněcí stanice, 2 – vratná stanice, 3 – nosná konstrukce pásového dopravníku,  
4 – dopravní pás, 5 – napínací zařízení, 6 - násypka

### 1.1 Hnací buben

Hnací buben je součástí poháněcí stanice, která zajišťuje přeměnu točivého momentu bubnu na tažnou sílu pásu. Tato přeměna se děje díky tření mezi povrchem bubnu a dopravního pásu. *Hnací buben může být uložen na ložiskové hřídeli, případně může buben a hřídel tvořit jeden celek. A jako celek je pevně usazen v rámu stroje obr.1.2. [2]* Nejčastěji se umísťuje na přepadovou - výsypanou stranu tam, kde materiál odchází z pásu.



*Obrázek 1.2 – Hnací buben [2]*

### Pohon bubnu

Pohon bubnu je nejčastěji zajišťován asynchronním elektromotorem obr.1.3, který se volí podle zatížení a výkonu, který je požadován. K elektromotoru je připojena převodovka. K tomu, aby byl zajištěn plynulý rozběh, slouží rozběhové spojky, které mají schopnost tlumit rázy při náhlé změně zatížení. Nevýhoda použití je v nestabilitě charakteristiky a nutnosti pečlivé údržby. Použití rozběhové spojky ale není nutné.

Další varianta, která se používá pro plynulý rozběh bubnu je systém Softstart (výrobce Ostroj-Hansen+Reinders, spol.s.r.o.). Po celou dobu rozběhu je automaticky regulován rozběhový proud na žádanou hodnotu, která je nastavena při uvádění do provozu, aby se motor spolehlivě rozběhnul.



*Obrázek 1.2 - Trojfázový asynchronní motor s převodovkou [3]*

Elektromotor může být uložen dvěma způsoby, které se volí na základě požadavků zákazníka.

a) Elektromotor upevněn na rámu dopravníku

Jedná se o nejběžnější způsob uložení elektromotoru, kdy jeho poloha není závislá na souososti bubnu a hřídele motoru, pomocí kuželové převodovky lze motor upevnit i kolmo na osu bubnu. Takové řešení je na obr.1.4, díky kterému není nutné řešit další konstrukci pro připevnění a ustavení motoru.



Obrázek 1.3 - Uložení elektromotoru [4]

b) Elektromotor integrovaný uvnitř bubnu

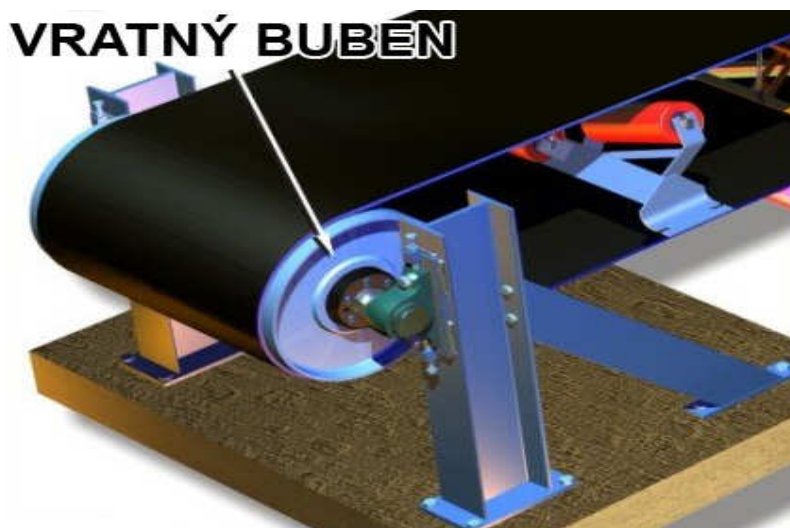
Uvnitř bubnu se nachází spolu s elektromotorem i převodovka. Tato varianta se používá v situaci, kde je nutné brát ohled na úsporu místa. Jejich volba a nasazení se volí pro malé pásové dopravníky s výkonem do 10 kW.



Obrázek 1.4 - Řez bubnem s elektromotorem a převodovkou [5]

## 1.2 Vratný buben

Hlavní úloha vratného bubnu je měnit směr pohybu pásu. Umisťuje se nejčastěji na násypnou část dopravníku. Buben je uložen oboustranně v ložiskovém tělese. *Vratný buben bývá stejného provedení jako výsypný buben u poháněcí stanice. U běžných dopravníků plní současně i funkci napínací stanice. Napínací síla, zaručující předpětí pásu, je vyvozována pomocí stavěcích šroubů, kladkostroje, hydraulické napínací zařízení.[4]* Velikost bubnu může být shodná s hnacím bubnem nebo menší.



Obrázek 1.6 - Vratný buben [2]

## 1.3 Ložiskové těleso

Ložiskové těleso je nejčastější a nejběžnější způsob uložení ložiskové hřídele, na které je upevněn buben. Jeho jednoduchá konstrukce umožňuje posuv celého bubnu a pomocí napínacího zařízení můžeme napínat pás dopravníku. Ložiskové tělesa se vyrábí v mnoho modifikacích (dělená, přírubovitá, jednodílná). Volba ložiska závisí na podmínkách provozu, ale běžně se používají kuličková, naklápějících soudečkových a taky často používaným je jednocestné ložisko, které se může v některých případech použít i jako brzda bubnu, případně zábrana proti zpětnému chodu.



Obrázek 1.7 - Ložiskové těleso SKF [6]

Velká výhodou je snadné doplnění plastického maziva, které se plní pomocí maznice na horní části tělesa obr.1.7.

#### **1.4 Napínací zařízení na vratném bubnu**

Napínáním pásu dosáhneme správného předpětí pásu, které je důležité pro přenos požadované tažné síly z hnacího bubnu. Velikost napínací síly se stanovuje výpočtem. V případě, že napínací síla je malá, dojde k prověšení pásu a následně hnací buben prokluzuje. Tento nedostatek zapříčiňuje rychlejší opotřebování jak samotného bubnu, tak i pásu a jejich celková životnost se snižuje.

##### Napínání stavěcími šrouby

Stavěcími šrouby obr.1.8 se nejčastěji napínají dopravníky krátkých velikostí (30 m – 50 m). Díky tomu, že vratný buben je uložen v ložiskových tělesech a celé toto uložení je posuvné, můžeme buben pomocí stavěcích šroubů posunovat a tím i napínat pás. Velkou výhodou tohoto způsobu je nízká cena. Problém může vzniknout při dotahování šroubu. Příliš velké dotažení a přepínání pásu může mít negativní vliv na životnost pásu a ložisek, naopak nedostatečné napnutí má vliv na přenos obvodové síly hnacím bubnem, a to i v době, kdy se dopravník rozbíhá.



*Obrázek 1.8 - Napínání bubnu stavěcím šroubem [7]*

Je důležité, aby se oba šrouby utahovaly stejně. Při špatném napnutí, kdy jeden ze šroubů bude utažen více či méně, dojde k vyosení bubnu a tím i k nerovnoměrnému opotřebení obr.1.9.



*Obrázek 1.9 - Nerovnoměrné opotřebení bubnu [8]*

#### Napínání závažím ve vratné stanici

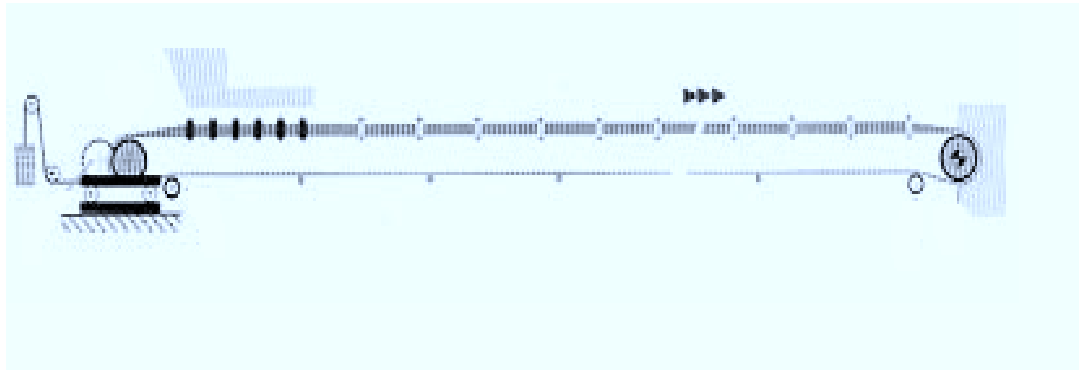
V případě napínání pásu závažím se získává stálá napínací síla. Napínací zařízení obr.1.10 se umísťuje v místě co nejmenšího tahu v páse, čím je dána minimální nutná hmotnost napínacího závaží. Regulace napínací síly může být pneumatická, elektrická nebo elektrohydraulická.

Pneumatické napínání se realizuje pohybem pístu pneumatického přímočarého motoru, který je ukotven na přestavitelném rámu. Tímto způsobem se eliminují převážně pružné změny délky pásu.

Napínání pásu za pomoci elektro-zařízení je buď ruční, nebo automatické. Na napínání se používá elektrický vrátek, pomocí kterého se nastavuje požadovaná napínací síla, která je monitorována – kontrolována měřicím přístrojem. Zapnutí vrátku je ruční nebo automatické.



Regulace napínací síly dopravního pásu má význam především pro dlouhé dopravníky. Při rozběhu je nutné napínací sílu zvyšovat v poměrně velkém rozsahu a v ustáleném chodu ji pak snížit. Regulovatelné napínací stanice přispívají ke zvyšování životnosti dopravního pásu. [2]



*Obrázek 1.10 – Napínání závažím [9]*

## **1.5 Materiál bubnu**

Bubny pro pásové dopravníky se vyrábí z běžné oceli třídy 10,11,12, nebo z nerezové oceli obr.1.11, která se používá v potravinářství. Povrch bubnu se často opatřuje materiálem, který má lepší třecí vlastnosti než ocel. Nejčastěji se volí pogumování nebo obložení keramickým materiálem.

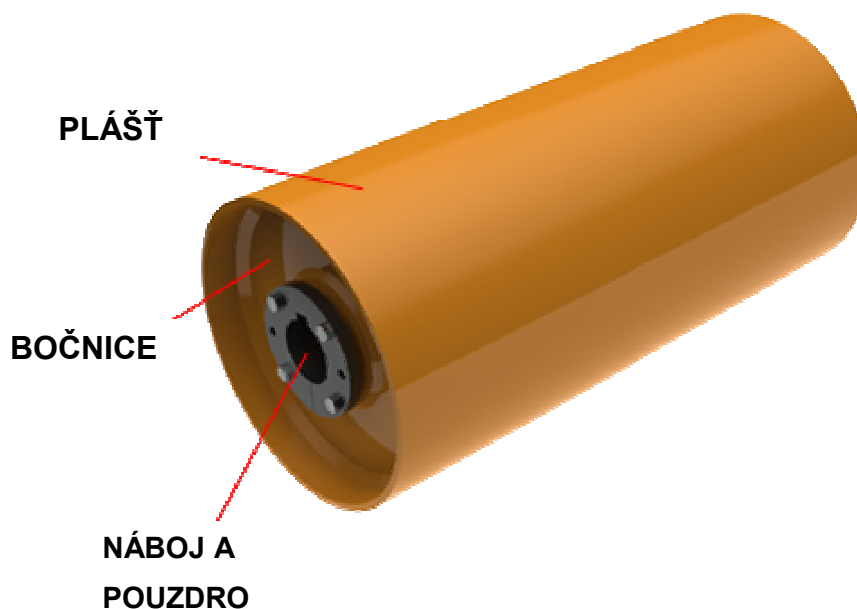


*Obrázek 1.11 - Nerezový buben [10]*



## 1.6 Části bubnu

Buben jako celek se skládá z částí, které se svařují nejčastěji metodou MIG. Metoda MIG používá při svařování jako ochrannou atmosféru inertní plyn argon, díky kterému je zaručena odolnost a pevnost sváru. Všechny části se vyrábí v toleranci, která zaručuje vyvážení bubnu a zamezuje házení.



Obrázek 1.12 - Schéma bubnu [10]

### Plášť

Plášť se nejčastěji vyrábí svinutím plechu, který má požadovanou tloušťku a následně se svaří spoj, konce se opatří bočnicemi. Další možností je výroba ze silnostěnných trubek, které se používají pro menší průměry bubnů. Vnitřní prostor bubnu se může vyztuzit pro větší pevnost obr.1.13. Celý povrch bubnu včetně hran musí být dokonale opracován, aby nedocházelo k poškození pásu.



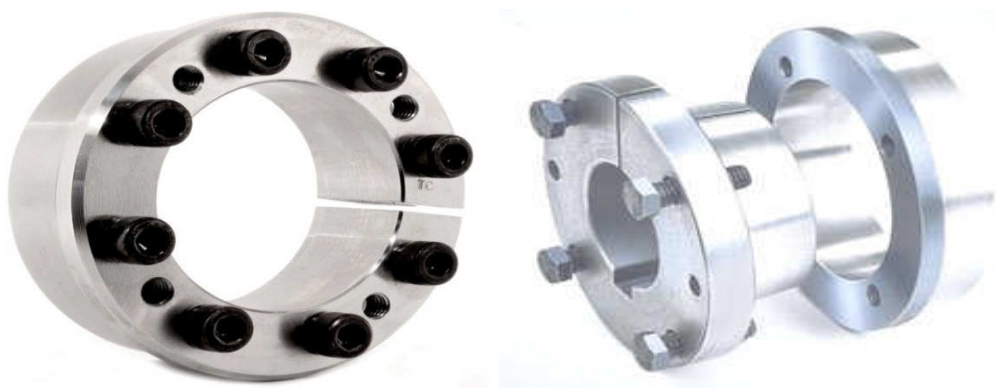
Obrázek 1.13 - Vyztužení bubnu [10]

### Bočnice

Buben se opatřuje bočnicí, aby bylo zamezeno usazování materiálu uvnitř bubnu. Materiál na bočnici se používá stejný jako u pláště. Následně jsou oba konce pláště zavařeny bočnicí. Tloušťka se volí na základě toho, zda je použit náboj, nebo je hřídel pouze přivařena. Je-li použita varianta přivařením, můžeme tloušťku nechat např. stejnou jako je plášť bubnu. V případě použití náboje je tloušťka větší.

### Náboj

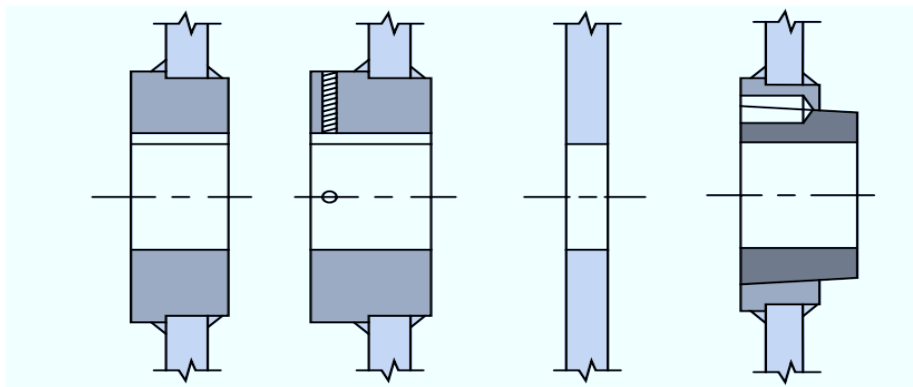
Náboj slouží k ustavení a upevnění hřídele, která prochází skrz celý buben. Náboj se může skládat z jedné nebo z dvou částí obr.1.14. Během provozu vznikají na náboj velké tlaky a namáhání, proto se často volí materiál s lepšími mechanickými vlastnostmi, než má např. plášť bubnu. U nerezových bubnů je náboj rovněž z nerezové oceli. Rozměry náboje jsou vyráběny s vysokou přesností, aby se co nejvíce eliminovala nesouosost a s tím spojené házení bubnu.



Obrázek 1.14 - Jedno a dvoudílné náboje [10]

➤ Svařený náboj

Nesmírnou výhodou použití svařeného náboje je jednoduchost montáže. Náboj je pouze přivařen k bočnici, ale během montáže může vzniknout problém s vyosením, které vede k házení bubnu. Je-li náboj během provozu poškozen, jeho výměna je složitá a finančně nákladná.



Obrázek 1.15 - Svažené náboje [10]

➤ Přišroubovaný náboj

Velmi často používané spojení náboje s bočnicí obr.1.16. Velká výhoda spočívá v jednoduché montáži, v případně poškození pak v demontáži. Tyto výhody se ve výsledku projevují na úkor ceny náboje. Nejčastějším nábojem, který se používá, je náboj s drážkou pro pero.



Obrázek 1.16 - Přišroubovaný náboj [10]

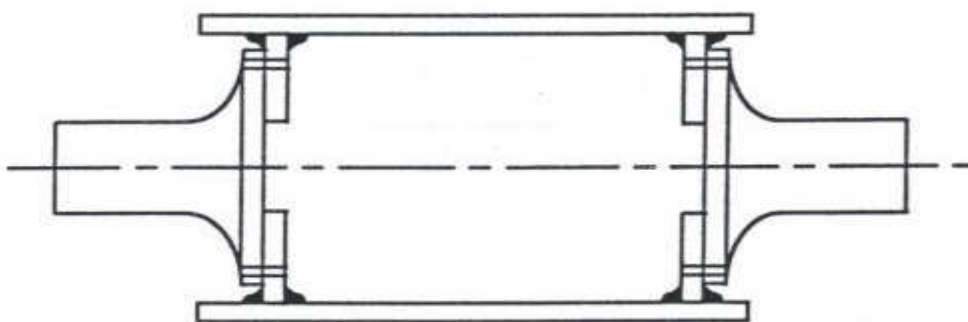
## Hřídel

Hřídel obr.1.17 u bubnů pásových dopravníků má dvě funkce. U hnacího bubnu slouží k přenosu točivého momentu z elektromotoru na buben, tato hřídel se nazývá hybná. U hnaného bubnu má hřídel funkci nosnou, nazývá se Nosná. Materiál hřídele se nejčastěji volí běžná ocel třídy 11 nebo 12. Druhá jmenovaná ocel je rovněž vhodná k zušlechťování a povrchovému kalení, díky čemu dosáhneme zvýšení tvrdosti.



*Obrázek 1.17 – Hřídel [10]*

Snaha snížit hmotnost celkové stanice vedla k použití dvou menších hřídelí obr.1.18, tato metoda se nejčastěji používá u velkých průměrů bubnů, kde snižování hmotnosti je velmi důležité jak z hlediska funkčního a montážního, tak hlavně cenového. Každá část je přivařena do bočnice bubnu ještě před tím, než je celá bočnice přivařena do pláště.

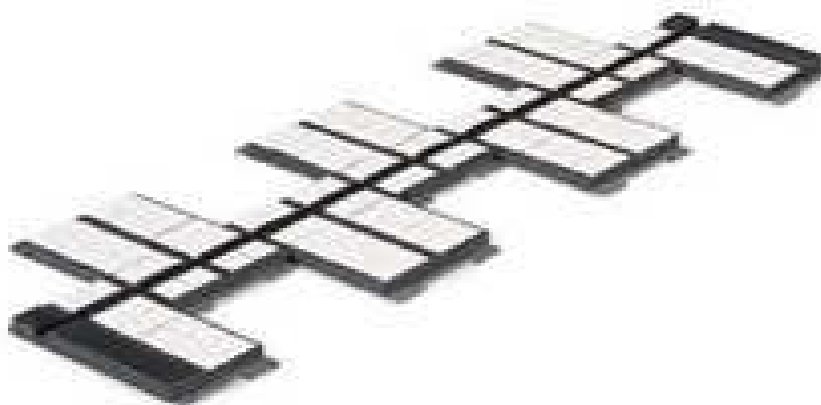


*Obrázek 1.18 - Buben s dvěma hřídeli [10]*

## 1.7 Firmy zabývající se povrchovou úpravou bubnů

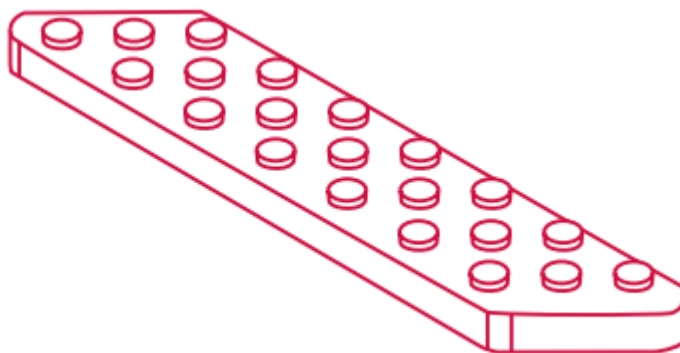
Vývojem a technologií povrchové úpravy vévodí USA nebo Austrálie. Jejich možnosti a dosavadní zkušenosti jsou na vyšší úrovni, než se nachází u tuzemských výrobců. Tento vliv zapříčinil důlní průmysl, který je zde zastoupen, ale i fakt, že se velké společnosti nesoustředí pouze na domácí trh. Důlní průmysl je celosvětový. Vyskytují se různé situace, ať už krizové nebo finanční, které mají vliv na vývoj povrchových úprav bubnů. Tato celková snaha vede ke snižování provozních případně pořizovacích nákladů.

Firma FLEXCO, která je na trhu už více než 105 let a sídlí v USA, má několik dceřiných míst po celém světě (Německo, Austrálie, Velká Británie) a dodává produkty i do České Republiky. Jejich hlavní produkt v oblasti povrchů jsou keramické destičky zavulkanizované do pryže Flex – Lag obr.1.19.



Obrázek 1.19 – Flex – Lag potah [8]

Konkurent ASGCO, rovněž se sídlím v USA, se zabývá výrobou kompletních pásových dopravníků. Snaha držet krok s konkurencí vedla k vývoji keramické destičky, která se oproti Flex–Lag liší ve svém tvaru. ASGCO vsadila na větší destičky a s vyšším počtem výstupků obr.1.20. Rozměry destičky jsou 52,6 x 16,5 mm a výstupky mají  $\phi$  4 mm. Tloušťka destičky je 7 mm a výstupku 1,5 mm.



Obrázek 1.20 – Keramická destička firmy ASGCO [11]

V Evropě se vývojem povrchových úprav zabývá španělská firma RICHWOOD. Jejich strategie se ubírá k různým tvarovým řešením keramických destiček. RICHWOOD nabízí výrobek pod názvem Combi – LaGG, což je keramická destička oválného tvaru zavulkanizována do pryže obr.1.21. Díky specifickému tvaru destičky garantují napínací schopnost o více jak 5% vyšší oproti jiným tvarovým řešením destiček. Rovněž poukazují na fakt, že jejich keramické výrobky zaručují větší přilnavost než jakákoliv jiná povrchová úprava, kterou momentální trh nabízí.



Obrázek 1.21 – Keramická destička firmy RICHWOOD [8]

Z tuzemského trhu můžeme vybrat firmu DvB-AF se sídlem v Opavě. Firma se zabývá prodejem a servisem dopravníků včetně aplikací povrchových úprav na bubny. Fakt, že DvB-AF má obchodní partnery nejen u nás, ale i v zahraničí, například FLEXCO, která dodává keramické destičky, vede k přesvědčení, že tuzemský trh se snaží docílit vysoké kvality výrobků.

## **2 Vlastní vypracování**

Požadavek firmy DvB – AF s.r.o. byl navrhnout vhodnou povrchovou úpravu bubnu na dobu životnosti 20 let.

### **2.1 Návrh optimálního zařízení pro povrchovou úpravu bubnů**

Možností výběru zařízení, které nám umožní aplikovat zvolený materiál na povrch bubnu, je hned několik. Jeho správnou volbou dosáhneme vysoké životnosti celého bubnu. Během volby správného zařízení je nutno brát v potaz, jakým podmínkám bude buben vystavován. Ne každý způsob je vhodný za všech podmínek, voda a nečistoty jsou vlivy, které snižují životnost.

#### **2.1.1 Vulkanizace**

Vulkanizace je proces, při kterém je na buben nanesen kaučukový povlak a za pomoci tepla cca 150 °C se mění na pryžový potah. Aby proběhla vulkanizace kaučuku, je nutné použít vulkanizačních přísad, které mají následně zásadní vliv na vlastnosti pryže.

Mezi nejčastější vulkanizační přísady patří vulkanizační činidla, např. oxidy kovů, nebo vulkanizační pryskyřice. Ale nejčastějším používaným činidlem je síra, která má ve výsledném produktu zastoupení cca 1 až 3 %. Čím více síry je použito, tím je výsledný potah tvrdší. Další nezbytnou přísadou je urychlovač, což je látka, která díky svým vlastnostem výrazně zkracuje dobu vulkanizace (z hodin na minuty), snižuje vulkanizační teplotu a zpomaluje stárnutí. Nejznámější je difenylquanidin.

Je - li použita metoda vulkanizace na opláštění bubnu, nese se s ní spojená nevýhoda v omezené volbě profilu. Základní profil je pouze hladký, do kterého se následně mechanicky vyřezávají drážky a rýhy pro zlepšení odvodu nečistot. Tato metoda naráží na problém s následnou životností potahu. Vlivem narušení struktury potahu a působením okolních vlivů, dochází k dřívější degradaci.

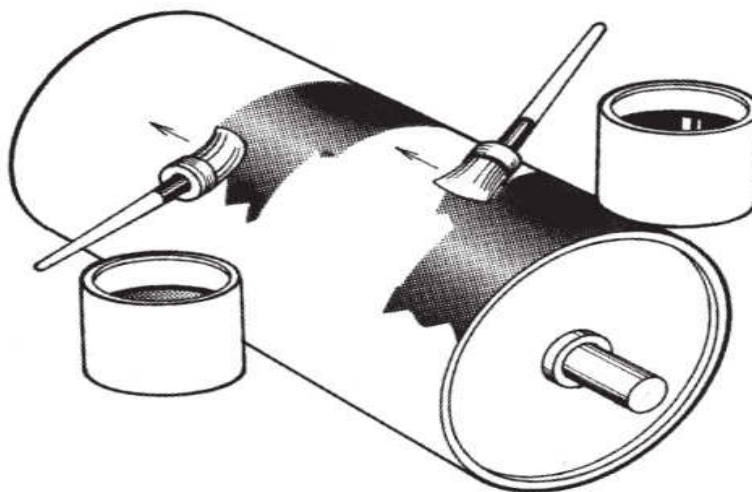
#### **Životnost:**

Po uplynutí životnosti pryže, která je stanovena na 3 roky, se často řeší problém spojený s odstraněním potahu. Může dojít k problému s nákladným odstraněním pomocí opalování, kdy proces vyžaduje dodržet ekologické normy.

### 2.1.2 Lepení pryžového potahu za studena

Stále hojně využívaný způsob lepení potahu. Jeho aplikace vyžaduje použití dvou látek obr.2.1. První látka je podkladová a natírá se s ní pouze buben, druhá látka je samotné lepidlo, které se aplikuje jak na buben, tak i na pryžové pásy. Důležitá je podmínka předpřípravení bubnu, který se musí odmastit, obrousit případně opískovat. Nevýhoda použití lepení je jeho životnost a náchylnost na extrémní podmínky, kdy může docházet k degradaci lepidla a s tím spojené odlepování pásů.

Při lepení je důležité dodržovat bezpečnost práce. Látky jsou chemického charakteru a mohou snadno poškodit zdraví pracovníka, proto je nutné použít ochranné pomůcky.



Obrázek 2.1 – Aplikace podkladové a lepicí vrstvy [8]

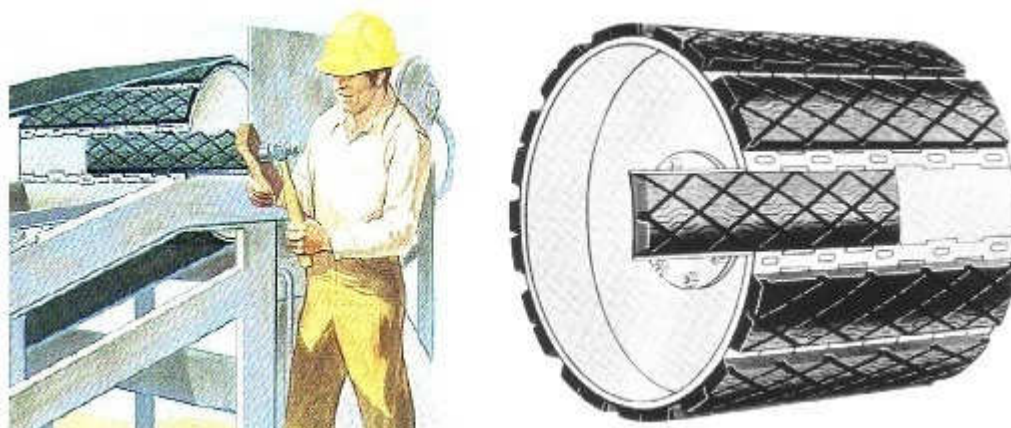
#### Životnost:

Životnost je výrazně ovlivněna podmínkami, kterým je buben vystaven. Ačkoliv vývoj lepidel jde dopředu, nejde přímo určit číselnou hodnotu. Výrobci se snaží dosáhnout toho, aby dané lepidlo dosáhlo životnosti 3 let, což je základní životnost pryžového pásu.



### 2.1.3 Přichycení pryžového potahu pomocí držáků

Snadný způsob vyměňování pryžových potahů. Jeho jednoduchá konstrukce, která se vyrábí ve variantě jednostranné a oboustranné, je přichycena šrouby případně nýty na plášť bubnu obr.2.2. Tím vzniká mezera pro vsunutí pryžového potahu, který má na spodní straně navulkanizovaný plát plechu. Druhá funkční strana je opatřena běžným profilem s drážkami a rýhami. Pro pojištění proti vysunutí pásu, je přišroubovaný k plášti bubnu.



Obrázek 2.2 – Nasouvání pryžových pásů [12]

Tento způsob použití nese oproti lepenému spojení výhodu, že se nemusí demontovat celý pás dopravníku a buben. Stačí pouze otočit buben do pozice viz obr. 2.2 a tím vznikne dostatečný prostor k demontáži gumových pásů a také k případné kontrole ocelových držáků. Nevýhodou zmiňovaného způsobu uchycení se může stát koroze, která značně ovlivňuje životnost a případnou montáž pásu. Nejčastější případ je zaseknutí potahu při vsouvání obložení případně upadnutí držáku vlivem koroze.

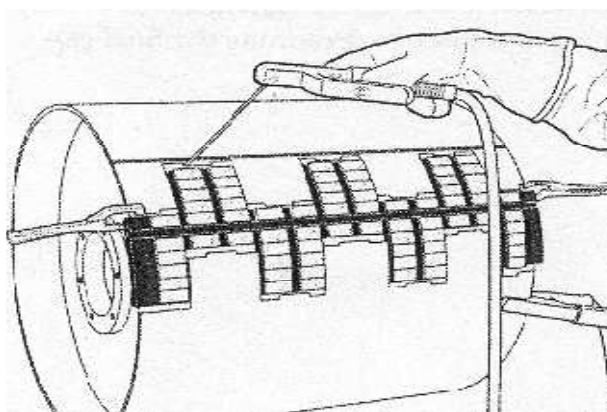
#### Životnost:

Často diskutovaný problém v případě využití tohoto způsobu. Nedá se s přesností určit, jak dlouho nám jednotlivé díly vydrží. Již zmiňovaná koroze a nerovnoměrný chod namáhá jednotlivé části a snižuje životnost. Ovšem při intervalové kontrole lze předejít poruše případně nehodě a poškozený díl nahradit novým.

### 2.1.4 Svařování pásů

Přivaření keramických pásů případně gumových na povrch bubnu je jedna z často používaných variant. Samotný pás se skládá ze dvou vrstev, kde spodní je podkladová z ocelového plechu a slouží k přivaření na povrch válce. Druhá vrstva je funkční a je vulkanizací připevněna k podkladovému plechu. Velkou výhodou je jeho poměrně malá velikost pásu, díky které, lze v případě poškození snadno pás vyměnit čímž nám vzniknou menší náklady na náhradní pás než např. u dlouhých lepených pásů.

Celková montáž vyžaduje pouze obroušení případně opískování povrchu bubnu a je – li buben vystaven mastnotám, je nutné jej odmastit. Ke svařování se využívá technologie MIG případně svařování obalovanou elektrodou obr.2.3.



Obrázek 2.3 – Svařování pásů [8]

#### Životnost:

Ačkoliv se keramika, která je danou metodou připevňována často nasazuje do nejhorších prostředí, lze dodržením správného technologického postupu při montáži dosáhnout životnosti až 16 let, která je výrobcem garantována.

## 2.2 Přehled stávajícího stavu s uvážením výhod a nevýhod

Posuzování výhod a nevýhod mezi jednotlivými druhy potahů má velký vliv na celkovou hospodárnost a spolehlivost provozu. Každý potah má své specifické vlastnosti, na základě kterých se při volbě nejčastěji rozhodujeme. Vývojem potahů se výrobci snaží eliminovat většinu nevýhod a transformovat je ve výhody.

### 2.2.1 Bez povrchové úpravy

Jedná se o základní typ povrchu, od kterého se upouští z důvodu velmi nízkého součinitele tření obr.2.4. Dříve byla snaha zvýšit součinitel tření mechanickými úpravami. Například obložení bubnu dřevěnými latěmi nebo navařování drátů. Postupem času se přecházelo k dodatečnému lepení gumových pásů. Výhoda spočívala v možnosti lepení gumy na již používaný buben. Hodnoty součinitele tření jsou zapsány v tab. 1, kde je srovnání s pogumovaným bubnem.

Tabulka 1 – Srovnání součinitelů tření [8]

| Prostředí          | Součinitel tření     |                   |
|--------------------|----------------------|-------------------|
|                    | Bez povrchové úpravy | Pogumovaný povrch |
| Suché a čisté      | 0,35-0,40            | 0,40-0,45         |
| Čisté a mokré      | 0,10                 | 0,23-0,26         |
| Mokré a znečištěné | 0,05-0,10            | 0,18-0,22         |

- Výhody použití tohoto typu bubnu jsou minimální, snad jediná je cena, která není navýšena zlepšováním povrchu.
- Nevýhodou je již zmiňovaný součinitel tření, i když tab.1 ukazuje, že v suchém a čistém prostředí jsou na srovnatelné úrovni, tak při zhoršených podmínkách je už rozdíl markantní a ztráty velké. Tohle hledisko je nutné brát v úvahu, protože nikdy nejsou podmínky dokonalé! Časté prokluzování pásu, které snižuje jeho životnost.



Obrázek 2.4 - Buben bez povrchové úpravy [13]

### 2.2.2 Pryžový povrch

V dnešní době velmi často používaný povrch, který můžeme považovat za druhou fázi vývoje povrchových úprav bubnů. Pryžový povrch ukazuje své výhody hlavně při zhoršených provozních podmínkách. U běžného bubnu bez jakékoliv úpravy snadno dojde k prokluzování pásu, kdy v nejhorším případě hrozí dokonce sklouznutí pásu a následně zranění obsluhy dopravníku. Tento problém částečně pryžový povrch eliminuje. Pryžový buben se vyrábí ve dvou variantách, a to jako běžný hladký buben nebo profilovaný obr.2.5. Profilovaný buben je opatřen drážkami nebo rýhami, které slouží k odvodu vody a nečistot z povrchu bubnu a tím zlepšuje přilnavost.

Různé prostředí a podmínky mají vliv na pryžový povrch. Proto se vyrábí speciální směsi, které jsou odolné proti chemickým látkám, vysokým teplotám, nebo se používají v potravinářství, kde musí splňovat přísné hygienické normy.

- SOF (Static Conductive Oil & Fire resistant) – jedná se o povrch, který kombinuje odolnost proti mazivům, chemikáliím či rozpouštědlům. Ohnivzdornost a statická vodivost snižují možné riziko výbuchu případně požáru.
- EPDM (ethylene propylene diene m-class) – povrch jehož hlavní použití je v potravinářském průmyslu. EPDM má velké rozpětí provozních teplot cca -50 °C až +150 °C.



Obrázek 2.5 – Profilový pryžový povrch [14]

- Výhodou použití pryžového potahu jsou kromě již zmiňovaného zvýšeného součinitele tření, ochrana bubnu před korozí.
- Nevýhoda je v jeho životnosti. Základní potah má životnosti pouze 3 roky a jeho vylepšená varianta se zavulkanizovanými destičkami zdvojnásobuje na 6 let. Je – li buben vystaven extrémním podmínkám, dochází k degradaci pryže např. drolení. Během prokluzu bubnu vzniká teplo, které se v pryži kulminuje a následně zvyšuje teplotu jak potahu, tak i pásu. Tento fakt může zapříčinit vznícení obou částí případně celé poháněcí stanice, proto je nutné buben opatřit teplotními čidly. Změna teploty a prokluz má za následek i rychlejší opotřebování a drolení pryže.

### 2.2.3 Keramický povrch

Keramika je dosavadní vrchol všech používaných materiálů pro obložení bubnu. Jeho třecí součinitel je i v nejtěžších podmínkách podstatně vyšší než dosud zmiňované materiály. Pro obložení bubnů se používají keramické destičky obr.2.6 o velikosti 20x20 mm a navíc jsou opatřeny výstupky o  $\phi$  3 mm, které se při provozu zabořují do pásu a zabráňují vzájemný pohyb pásu a bubnu. Samotná tloušťka destičky je 5 mm a výstupky 1 mm. Tyto destičky se následně mohou vulkanizovat do pryže, případně se lepí na pryžové pláty.



Obrázek 2.6 – Keramická destička [15]

U keramického povrchu platí opačné pravidlo jako u dosud používaných povrchů. Jestliže při provozu vznikají nánosy materiálu lze je odstranit proudem vody a zároveň tak docílit požadovaných třecích vlastností. Tento způsob čištění povrchu je pro ostatní povrchy nepřijatelný.

- Výhod má keramický povrch několik. Mezi hlavní můžeme zařadit jeho životnost, která dosahuje 16 let, což žádný jiný materiál nemá. Prokluz bubnu byl eliminován a díky tomu byl odstraněn nežádoucí zdroj tepla. Poškození chemikáliemi je minimální případně žádné a při elektrické poruše je keramický materiál nevodivý, a tedy nehrozí úraz elektrickým proudem. Další výhodou je jeho snadná aplikace na povrch bubnu, kdy není potřeba demontáže bubnu.
- Nevýhody se zatím takřka nezaznamenaly. Existují případy, kdy byly vytrhány keramické destičky z pryže, ale tento jev byl zapříčiněn špatnou instalací potahu a následným špatným ustavení bubnu.

## 2.3 Ekonomicko-technické zhodnocení stávajících alternativ

Ekonomicko – technické zhodnocení je v dnešní době nejčastější měřítko, kterým se konstruktér bubnu řídí. Snaha dosáhnout vysoké účinnosti za přijatelnou cenu ale naráží na nedostatky, případně na sníženou životnost daného materiálu. Často se vyskytující případ je dodatečná montáž potahu na buben, který je již v provozu. Tato varianta vede k zamyšlení, zda se opatření vyplatí. Např. buben může být již hodně zkorodován a dodatečná montáž by nemusela být účinná nebo realizovatelná. Jestli se ale rozhodneme k tomuto kroku, další výrazné omezení může nastat v odstávce linky a demontáže bubnu.

Z podkladů, které mně v rámci vypracování mé bakalářské práce poskytla firma DvA Opava, mohu zpracovat a porovnat varianty, které firma nabízí a následně vybrat tu nejvhodnější. Ačkoliv podklady jsou z roku 2008, jejich pořizovací cena se včetně montáže výrazně nezměnila.

Zhodnocení je bráno pro jeden typ bubnu, který má rozměry:

- Šíře bubnu 1550 mm
- Průměr bubnu 1280 mm
- Na buben o konkrétní šířce bubnu 1550 mm se aplikuje pás o šířce 1400 mm

Podklady, které jsem měl k dispozici, zahrnují hodnotu prostoje z důvodu prokluzu. Posouzení této hodnoty je dalším měřítkem, kterým se řídím. V případě vysoké hodnoty je dobré se zamyslet, zda v celkovém zhodnocení nebude lepší zvolit lepší potah bubnu, který bude mít minimální hodnoty prokluzu a s tím spojené ztráty.

Prostoje se označují na stupnici 0 až 1.

Příčemž: 1 jsou maximální prostoje

0 žádné prostoje

### 2.3.1 Pryžový potah typu KARO

Jedná se o základní pryžový potah opatřený drážkami typu Diamond (vodorovné drážky případně kombinace diamondové a vodorovné). Gumový potah se vyrábí do hořlavého a nehořlavého prostředí. Z předběžného posouzení vyplývá, že nehořlavý potah bude dražší. V případě montáže pryžového potahu je nutné demontovat buben.

Životnost je udávána výrobcem na 3 roky a průměrný třecí součinitel je 0,4 až 0,48. Prostoje vlivem prokluzu jsou na hodnotě 1.

#### **Potah do nehořlavého prostředí**

K dispozici máme 4 druhy potahů, které se liší svojí tloušťkou. Tloušťky jsou 10,12,15 a 20 mm.

#### **Příklad označení potahu: 10ND**

Kde: 10 – tloušťka potahu v mm

ND – označení typu potahu a určení do nehořlavého prostředí

Tabulka 2 – Pořizovací ceny pryžového potahu do nehořlavého prostředí [8]

| Označení potahu | Pořizovací cena potahu za 1m <sup>2</sup> | Náklady na montáž a demontáž válce | Cena za životnost 3 roky | Cena za životnost 20let | Cena za životnost 21 let |
|-----------------|---|------------------------------------|--------------------------|-------------------------|--------------------------|
| 10ND            | 7 260 Kč                                  | 60 000 Kč                          | 105 225 Kč               | 721 500 Kč              | 736 575 Kč               |
| 12ND            | 7 932 Kč                                  | 60 000 Kč                          | 109 415 Kč               | 749 433 Kč              | 765 905 Kč               |
| 15ND            | 9 163 Kč                                  | 60 000 Kč                          | 117 085 Kč               | 800 566 Kč              | 819 595 Kč               |
| 20ND            | 10 731 Kč                                 | 60 000 Kč                          | 126 850 Kč               | 865 666 Kč              | 887 950 Kč               |

**Příklad výpočtu základní životnosti tj. 3 roky pro potah 10ND:**

$\text{cena}(3) = \text{pořizovací cena potahu} + \text{náklady na montáž a demontáž}$

$$\text{cena}(3) = 45\,225 + 60\,000 = 105\,225 \text{ Kč}$$

**Pořizovací cena potahu:**

$$\text{poř. cena potahu} = P \cdot \text{cena za } 1\text{m}^2$$

$$\text{poř. cena potahu} = 6,22976 \cdot 7\,260 = 45\,225 \text{ Kč}$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot v$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot 0,64 \cdot 1,55 = 6,22976 \text{ m}^2$$

**Příklad výpočtu životnosti na zadaných 20 let pro potah 10ND:**

$$\text{cena}(20) = 7 \cdot \text{náklady na montáž a demontáž} + 6,6666 \cdot \text{pořizovací cena potahu}$$

$$\text{cena}(20) = 7 \cdot 60\,000 + 6,6666 \cdot 45\,225 = 721\,500 \text{ Kč}$$

**Potah do hořlavého prostředí**

Stejně jako u předchozího typu potahu jsou i zde 4 druhy s tloušťkami 10, 12, 15, 20 mm.

**Příklad označení potahu: 10FRD**

Kde: 10 – tloušťka potahu v mm

FRD – označení typu potahu a určení do hořlavého a výbušného prostředí

Tabulka 3 - Pořizovací ceny pryžového potahu do hořlavého prostředí [8]

| Označení potahu | Pořizovací cena potahu za 1m <sup>2</sup> | Náklady na montáž a demontáž válce | Cena za životnost 3 roky | Cena za životnost 20 let | Cena za životnost 21 let |
|-----------------|---|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 10FRD           | 8 491 Kč                                  | 60 000 Kč                          | 112 900 Kč               | 772 666 Kč               | 790 300 Kč               |
| 12FRD           | 9 163 Kč                                  | 60 000 Kč                          | 117 085 Kč               | 800 566 Kč               | 819 595 Kč               |
| 15FRD           | 11 067 Kč                                 | 60 000 Kč                          | 128 945 Kč               | 879 633 Kč               | 902 615 Kč               |
| 20FRD           | 13 082 Kč                                 | 60 000 Kč                          | 141 500 Kč               | 963 333 Kč               | 990 500Kč                |



Příklad výpočtu základní životnosti tj. 3 roky pro potah 10FRD:

cena(3) = pořizovací cena potahu + náklady na montáž a demontáž

$$\text{cena}(3) = 52\,900 + 60\,000 = 105\,225 \text{ Kč}$$

Pořizovací cena potahu:

$$\text{poř. cena. potahu} = P \cdot \text{cena za } 1\text{m}^2$$

$$\text{poř. cena potahu} = 6,22976 \cdot 8\,491 = 52\,900 \text{ Kč}$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot v$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot 0,64 \cdot 1,55 = 6,22976 \text{ m}^2$$

Příklad výpočtu životnosti na zadaných 20 let pro potah 10FRD:

cena (20) = 7 · náklady na montáž a demtáž + 6,6666 · pořizovací cena potahu

$$\text{cena (20)} = 7 \cdot 60\,000 + 6,6666 \cdot 52\,900 = 772\,666 \text{ Kč}$$

### 2.3.2 Diamond keramik

Pryžový potah, který má diamondový profil a navíc jsou zavulkanizované keramické destičky obr.2.7. Díky tomu se prostoje kvůli prokluzu snížili na hodnotu 0,7. Vyrábí se ve dvou variantách, tj. do hořlavého a nehořlavého prostředí. Při montáži potahu je nutné stejně jako u běžného gumového potahu demontovat celý válec. Životnost je udávána výrobcem na 6 let a průměrný třecí součinitel je 0,68 až 0,78.



Obrázek 2.7 – Potah Diamond keramik [8]

### **Potah do nehořlavého prostředí**

Vyrábí se v různých variantách tlouštěk. Pro můj návrh mám k dispozici potah 12 NDC.

Kde: 12 – tloušťka potahu

NDC – označení typu potahu a určení do nehořlavého prostředí

Tabulka 4 - Pořizovací ceny Diamond keramik potahu do nehořlavého prostředí [8]

| Označení potahu | Pořizovací cena potahu za 1m <sup>2</sup> | Náklady na montáž a demontáž válce | Cena za životnost 6 let | Cena za životnost 20 let | Cena za životnost 24 let |
|-----------------|---|------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 12NDC           | 14 960 Kč                                 | 60 000 Kč                          | 153 200 Kč              | 581 733 Kč               | 612 800 Kč               |

#### **Příklad výpočtu základní životnosti tj. 6 let pro potah 12NDC:**

cena(6) = pořizovací cena potahu + náklady na montáž a demontáž

$$\text{cena}(6) = 93\,200 + 60\,000 = 153\,200 \text{ Kč}$$

#### **Pořizovací cena potahu:**

$$\text{poř. cena potahu} = P \cdot \text{cena za } 1\text{m}^2$$

$$\text{poř. cena potahu} = 6,22976 \cdot 14\,960 = 93\,200 \text{ Kč}$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot v$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot 0,64 \cdot 1,55 = 6,22976 \text{ m}^2$$

#### **Příklad výpočtu životnosti na zadaných 20 let pro potah 12NDC:**

cena (20) = 4 · náklady na montáž a demontáž + 3,6666 · pořizovací cena potahu

$$\text{cena}(20) = 4 \cdot 60\,000 + 3,6666 \cdot 93\,200 = 581\,733 \text{ Kč}$$

### **Potah do hořlavého prostředí**

Tloušťka je stejná jako u hořlavého potahu tzn. 12 mm. Liší se jen označení 12FRDC

Kde: 12 – tloušťka potahu v mm

FRDC – informace o typu potahu a určení do hořlavého a výbušného prostředí

Tabulka 5 - Pořizovací ceny Diamond keramik potahu do hořlavého prostředí [8]

| Označení potahu | Pořizovací cena potahu za 1m <sup>2</sup> | Náklady na montáž a demontáž válce | Cena za životnost 6 let | Cena za životnost 20 let | Cena za životnost 24 let |
|-----------------|---|------------------------------------|-------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 12FRDC          | 16 354 Kč                                 | 60 000 Kč                          | 161 880 Kč              | 613 559 Kč               | 647 520 Kč               |

Příklad výpočtu základní životnosti tj. 6 let pro potah 12FRDC:

$\text{cena}(6) = \text{pořizovací cena potahu} + \text{náklady na montáž a demontáž}$

$\text{cena}(6) = 93\,200 + 60\,000 = 153\,200 \text{ Kč}$

Pořizovací cena potahu:

$\text{poř. cena. potahu} = P \cdot \text{cena za } 1\text{m}^2$

$\text{poř. cena potahu} = 6,22976 \cdot 16\,354 = 101\,880 \text{ Kč}$

$P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot v$

$P = 2 \cdot \pi \cdot 0,64 \cdot 1,55 = 6,22976 \text{ m}^2$

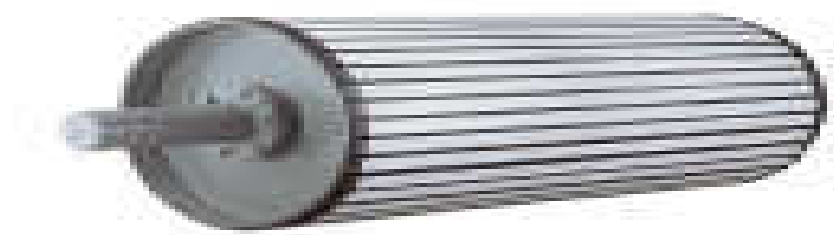
Příklad výpočtu životnosti na zadaných 20 let pro potah 12FRDC:

$\text{cena}(20) = 4 \cdot \text{náklady na montáž a demtáž} + 3,6666 \cdot \text{pořizovací cena potahu}$

$\text{cena}(20) = 4 \cdot 60\,000 + 3,6666 \cdot 101\,880 = 613\,559 \text{ Kč}$

### 2.3.3 FLEX-LAG-LAGING

První celo – keramický potah bubnu obr.2.8, který se svými vlastnostmi řadí mezi nejlepší. Díky tomu jsou i jeho prostoje prokluzem na hodnotě 0, které žádné jiné dosavadní používané materiály nedosahují. Jediné jeho omezení je v montáži, při které se musí buben demontovat. Opět se vyrábí ve variantě do hořlavého tak i nehořlavého prostředí a výrobce garantuje životnost až 16 let.



Obrázek 2.8 – Lepený potah FLEX – LAG [8]

### **Potah do nehořlavého prostředí**

Označení potahu je CL1400.

Kde: 1400 – délka keramického pásu v mm

CL – informace o typu potahu a určení do nehořlavého prostředí

Tabulka 6 - Pořizovací ceny keramického potahu do nehořlavého prostředí [8]

| Označení potahu | Pořizovací cena potahu za 1m <sup>2</sup> | Náklady na montáž a demontáž válce | Cena za životnost 16 let | Cena za životnost 20 let | Cena za životnost 32 let |
|-----------------|---|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| CL 1400         | 27 189 Kč                                 | 60 000 Kč                          | 229 380 Kč               | 331 725 Kč               | 458 760 Kč               |

Příklad výpočtu základní životnosti tj. 16 let pro potah CL 1400:

cena(16) = pořizovací cena potahu + náklady na montáž a demontáž

cena(16) = 169 380 + 60 000 = 229 380 Kč

Pořizovací cena potahu:

poř. cena. potahu =  $P \cdot \text{cena za } 1\text{m}^2$

poř. cena potahu =  $27\,189 \cdot 16\,354 = 169\,380\text{ Kč}$

$P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot v$

$P = 2 \cdot \pi \cdot 0,64 \cdot 1,55 = 6,22976\text{ m}^2$

Příklad výpočtu životnosti na zadaných 20 let pro potah CL 1400:

$\text{cena}(20) = 2 \cdot \text{náklady na montáž a demtáž} + 1,25 \cdot \text{pořizovací cena potahu}$

$\text{cena}(20) = 2 \cdot 60\,000 + 1,25 \cdot 169\,380 = 331\,725 \text{ Kč}$

**Potah do hořlavého prostředí**

Označení potahu je CFR1400.

Kde: 1400 – délka keramického pásu v mm

CFR – informace o typu potahu určení do hořlavého prostředí

Tabulka 7 - Pořizovací ceny keramického potahu do hořlavého prostředí [8]

| Označení potahu | Pořizovací cena potahu za 1m <sup>2</sup> | Náklady na montáž a demontáž válce | Cena za životnost 16 let | Cena za životnost 20 let | Cena za životnost 32 let |
|-----------------|---|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| CFR 1400        | 30 486 Kč                                 | 60 000 Kč                          | 249 920 Kč               | 357 400 Kč               | 499 840 Kč               |

Příklad výpočtu základní životnosti tj. 16 let pro potah CFR 1400:

$\text{cena}(16) = \text{pořizovací cena potahu} + \text{náklady na montáž a demontáž}$

$\text{cena}(16) = 189\,920 + 60\,000 = 249\,920 \text{ Kč}$

**Pořizovací cena potahu:**

$\text{poř. cena potahu} = P \cdot \text{cena za } 1\text{m}^2$

$\text{poř. cena potahu} = 27\,189 \cdot 16\,354 = 189\,920 \text{ Kč}$

$P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot v$

$P = 2 \cdot \pi \cdot 0,64 \cdot 1,55 = 6,22976 \text{ m}^2$

Příklad výpočtu životnosti na zadaných 20 let pro potah CFR 1400:

$\text{cena}(20) = 2 \cdot \text{náklady na montáž a demtáž} + 1,25 \cdot \text{pořizovací cena potahu}$

$\text{cena}(20) = 2 \cdot 60\,000 + 1,25 \cdot 189\,920 = 357\,400 \text{ Kč}$

### 2.3.4 FLEX – LAG WELD (kopie ČR)

Česká kopie obr.2.9 již známého produktu firmy FLEXCO, ale svými vlastnostmi a životností zdaleka nedosahují hodnot jako originální výrobky. Jeho hodnota prostoje z důvodu prokluzu je 0,7 a jeho životnost je pouze cca 4 roky.



Obrázek 2.9 – Česká kopie FLEX – LAG [8]

Tabulka 8 - Pořizovací ceny kopie FLEX - LAG potahu do nehořlavého prostředí [8]

| Označení potahu | Pořizovací<br>cena potahu<br>za 1m <sup>2</sup> | Náklady na<br>montáž a<br>demontáž<br>válce | Cena za<br>životnost 4<br>roky | Cena za<br>životnost 20<br>let |
|-----------------|---|---|--------------------------------|--------------------------------|
| FLEX-LAG WELD   | 36 117 Kč                                       | 0 Kč  | 225 000 Kč                     | 1 125 000 Kč                   |

Příklad výpočtu základní životnosti tj. 4 roky pro potah FLEX-LAG WELD:

$\text{cena}(4) = \text{pořizovací cena potahu} + \text{náklady na montáž a demontáž}$

$\text{cena}(4) = 225\,000 + 0 = 225\,000 \text{ Kč}$

Pořizovací cena potahu:

$\text{poř. cena potahu} = P \cdot \text{cena za } 1\text{m}^2$

$\text{poř. cena potahu} = 6,22976 \cdot 36\,117 = 225\,000 \text{ Kč}$

$P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot v$

$P = 2 \cdot \pi \cdot 0,64 \cdot 1,55 = 6,22976 \text{ m}^2$

Příklad výpočtu životnosti na zadaných 20 let pro potah FLEX-LAG WELD:

$\text{cena (20)} = 5 \cdot \text{náklady na montáž a demtáž} + 5 \cdot \text{pořizovací cena potahu}$

$\text{cena (20)} = 5 \cdot 0 + 5 \cdot 225\,000 = 1\,125\,000 \text{ Kč}$

### 2.3.5 FLEX – LAG WELD

Jedná se o originální produkt firmy FLEXCO. Jeho průměrný třecí součinitel se pohybuje v rozmezí 0,8 až 0,97 a tím i jeho ztráty prokluzem mají hodnotu 0. Vyrábí se opět ve variantě do hořlavého a nehořlavého prostředí a životnost 16 let řadí tento potah mezi nejlepší.

#### Potah do nehořlavého prostředí

Potah se označuje WNC60/1500 Flat.

Kde: 60 – šířka pásu

1500 – délka pásu

WNC – informace o typu potahu (svařovaná keramika)

Flat – určení do nehořlavého prostředí

Tabulka 8 - Pořizovací ceny kopie FLEX - LAG potahu do nehořlavého prostředí [8]

| Označení potahu | Pořizovací cena potahu za 1m <sup>2</sup> | Náklady na montáž a demontáž válce | Cena za životnost 16 let | Cena za životnost 20 let | Cena za životnost 32 let |
|-----------------|---|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| WNC60/1500 Flat | 42 939 Kč                                 | 0 Kč                               | 267 500 Kč               | 334 375 Kč               | 535 000 Kč               |

Příklad výpočtu základní životnosti tj. 16 let pro potah WNC60/1500 Flat:

$\text{cena(16)} = \text{pořizovací cena potahu} + \text{náklady na montáž a demontáž}$

$\text{cena(16)} = 267\,500 + 0 = 267\,500 \text{ Kč}$

#### Pořizovací cena potahu:

$$\text{poř. cena. potahu} = P \cdot \text{cena za } 1\text{m}^2$$

$$\text{poř. cena potahu} = 6,22976 \cdot 42\,939 = 267\,500 \text{ Kč}$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot v$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot 0,64 \cdot 1,55 = 6,22976 \text{ m}^2$$

#### Příklad výpočtu životnosti na zadaných 20 let pro potah WNC60/1500 Flat:

$$\text{cena (20)} = 2 \cdot \text{náklady na montáž a demtáž} + 1,25 \cdot \text{pořizovací cena potahu}$$

$$\text{cena (20)} = 2 \cdot 0 + 1,25 \cdot 267\,500 = 334\,375 \text{ Kč}$$

#### Potah do hořlavého prostředí

Potah se označuje WNC60/1500 Fras Flat.

Kde: 60 – šířka pásu

1500 – délka pásu

WNC – informace o typu potahu (svařovaná keramika)

Fras Flat – určení do hořlavého prostředí

Tabulka 10 - Pořizovací ceny FLEX - LAG potahu do hořlavého prostředí [8]

| Označení potahu      | Pořizovací cena potahu za 1m <sup>2</sup> | Náklady na montáž a demontáž válce | Cena za životnost 16 let | Cena za životnost 20 let | Cena za životnost 32 let |
|----------------------|---|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| WNC60/1500 Fras Flat | 46 551 Kč                                 | 0 Kč                               | 290 000 Kč               | 362 500 Kč               | 580 000 Kč               |

#### Příklad výpočtu základní životnosti tj. 16 let pro potah WNC60/1500 Fras Flat:

$$\text{cena(16)} = \text{pořizovací cena potahu} + \text{náklady na montáž a demontáž}$$

$$\text{cena(16)} = 290\,000 + 0 = 290\,000 \text{ Kč}$$



#### Pořizovací cena potahu:

$$\text{poř. cena. potahu} = P \cdot \text{cena za } 1\text{m}^2$$

$$\text{poř. cena potahu} = 6,22976 \cdot 46\,551 = 290\,000 \text{ Kč}$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot r \cdot v$$

$$P = 2 \cdot \pi \cdot 0,64 \cdot 1,55 = 6,22976 \text{ m}^2$$

#### Příklad výpočtu životnosti na zadaných 20 let pro potah WNC60/1500 Fras Flat:

$$\text{cena (20)} = 2 \cdot \text{náklady na montáž a demtáž} + 1,25 \cdot \text{pořizovací cena potahu}$$

$$\text{cena (20)} = 2 \cdot 0 + 1,25 \cdot 290\,000 = 362\,500 \text{ Kč}$$

## **2.4 Definujte vliv zvýšení součinitele tření (použitého materiálu a jeho kvality) povrch bubnu na velikost přenášené síly a tím na teoretickou možnost prodloužení dopravníku**

Součinitel tření je nejdůležitější vlastnost, která ovlivňuje přenos tažných sil z pláště bubnu na dopravní pás. *V našem případě vycházíme ze vztahů odvozených pro vláknové tření podle Eulera. Vztah mezi nabíhající a odbíhající silou, při známém součiniteli tření na bubnu  $\mu$  a úhlu opásání  $\alpha$  je formulován takto: [8]*

$$\frac{F_N}{F_O} = e^{\alpha \cdot \mu} \quad (2.1)$$

Kde:  $F_N$  – nabíhající síla [N]

$F_O$  – odbíhající síla [N]

$\alpha$  – úhel opásání [rad]

$\mu$  – součinitel tření [-]

Zvyšování součinitele tření se děje pomocí již zmiňované povrchové úpravy bubnu. Taková úprava nám zlepší přenosové vlastnosti, kdy nebude docházet k prokluzu mezi pásem a bubnem. Hlavní roli zde hrají nabíhající a odbíhající síly, ty se zvyšováním zvyšují, což má za následek, že se pás méně natahuje a nedochází tak k jeho deformaci.

Pro porovnání a zjištění, jaký má součinitel tření vliv na velikost sil jsem použil jedno - bubnový pásový dopravník. Parametry se nemění, pouze součinitel tření  $\mu$ .

Kde: měrný odpor dopravníku  $w = 0,05$ , tíhové zrychlení  $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$ , měrná hmotnost dopravního pásu  $m_p = 17 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ , měrná hmotnost spodních rotujících válečků  $m_{RVS} = 3,68 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ , měrná hmotnost horních rotujících válečků  $m_{RVH} = 19,65 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ , měrná hmotnost zatížení  $m_Q = 8,68 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-1}$ , úhel opásání  $\alpha = 210^\circ$ .

Vzorový výpočet je prováděn pro keramický potah FLEX – LAG v mokrých a znečištěných podmínkách, jeho součinitel tření je  $\mu = 0,48$ .

#### ➤ Výpočet změny sil

Pro výpočet nabíhající síly použiji základní vzorec 1.1, z kterého si vyjádřím  $F_N$ . Za Velikost odbíhající síly volím  $F_O = 5000 \text{ N}$ .

$$\frac{F_N}{F_O} = e^{\hat{\alpha} \cdot \mu} \rightarrow F_N$$

Odbíhající síla:

$$F_O = 5000 \text{ N}$$

Přepočet úhlu opásání:

$$\hat{\alpha} = \frac{\alpha \cdot \pi}{180} \quad (2.2)$$

$$\hat{\alpha} = \frac{210 \cdot \pi}{180} = 3,66 \text{ rad}$$

Nabíhající síla:

$$F_N = F_O \cdot e^{\hat{\alpha} \cdot \mu} \quad (2.3)$$

$$F_N = 5000 \cdot e^{3,66 \cdot 0,48} = 29016 \text{ N}$$

#### ➤ Výpočet změny délky dopravníku

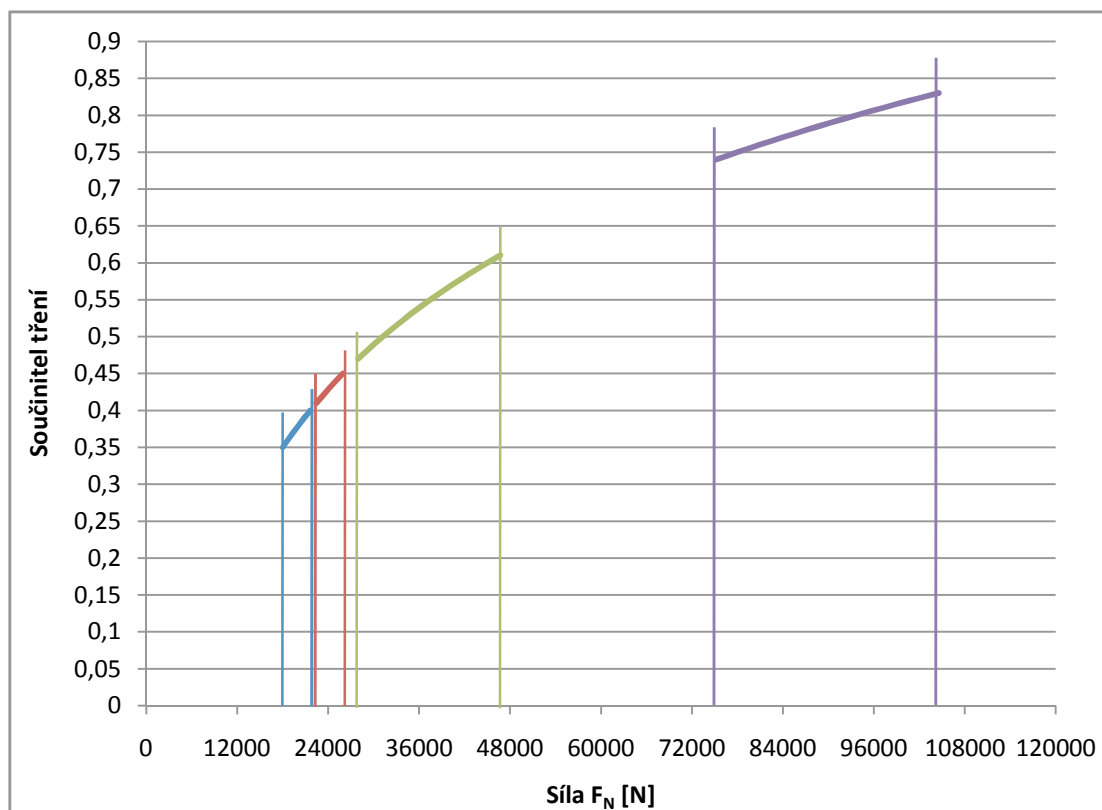
$$L = \frac{F_N - F_O}{(m_{RVH} + m_p + m_Q) \cdot g \cdot w} \quad (2.4)$$

$$L = \frac{20116 - 5000}{(19,65 + 17 + 8,68) \cdot 9,81 \cdot 0,05} = 741,9 \text{ m}$$

## 2.5 Zpracujte jednotlivé závislosti formou grafů

Grafy jsem zpracoval pro dvě měnící se veličiny, nabíhající síla a délka dopravníku. Každý graf obsahuje čtyři druhy potahů, které mají svoje rozmezí součinitelů tření.

### ➤ Přehled daných závislostí v suchém prostředí

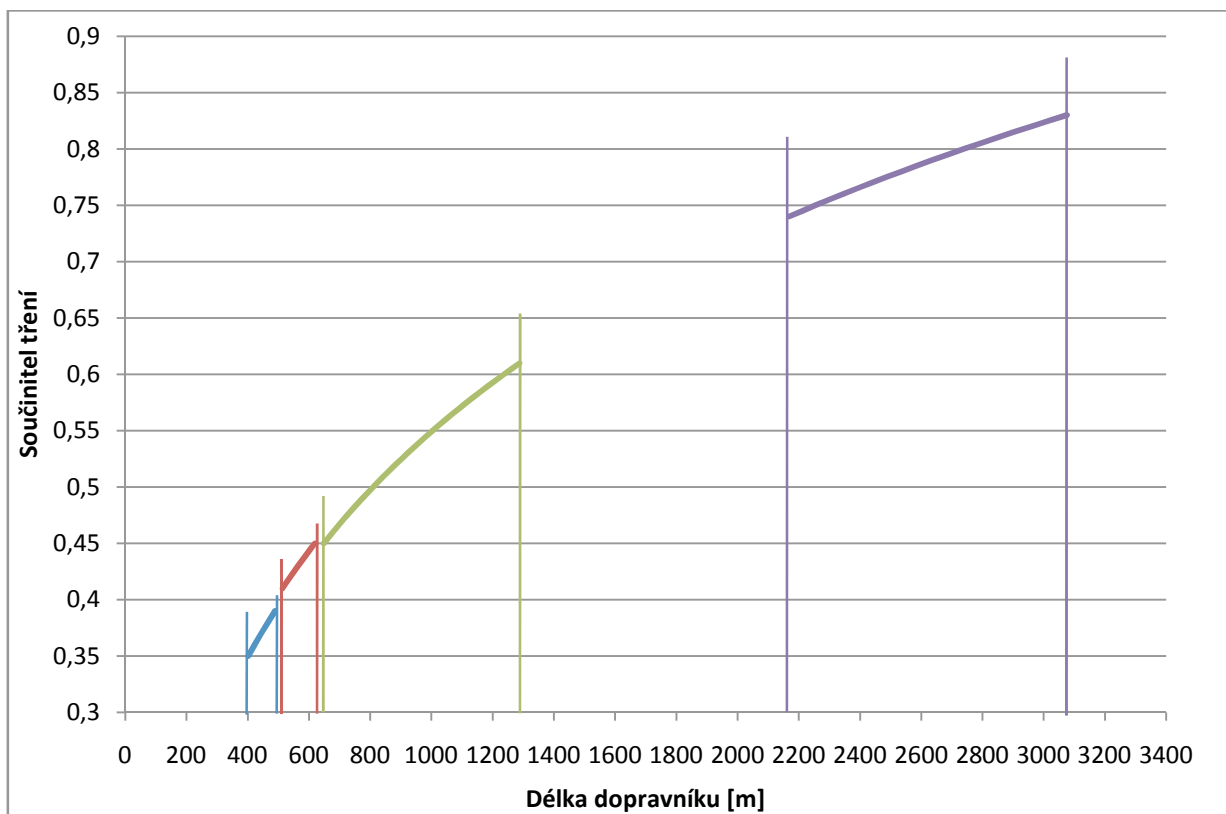


Graf 1 – Vliv součinitele tření na zvýšení síly  $F_N$

Kde:

- Bez potahu (0,35 až 0,4)
- Pryžový potah (0,4 až 0,45)
- Kopie potahu FLEX – LAG (0,45 až 0,61)
- FLEX – LAG potah (0,74 až 0,83)

Graf č.1 ukazuje závislost nabíhající síly a součinitele tření. Lze vyčíst, že při použití kvalitního potahu s vysokým součinitelem tření nabíhající síla roste. Velikost nabíhající síly je při porovnání základního bubnu bez potahu a bubnu s keramickým potahem skoro pětinasobná.

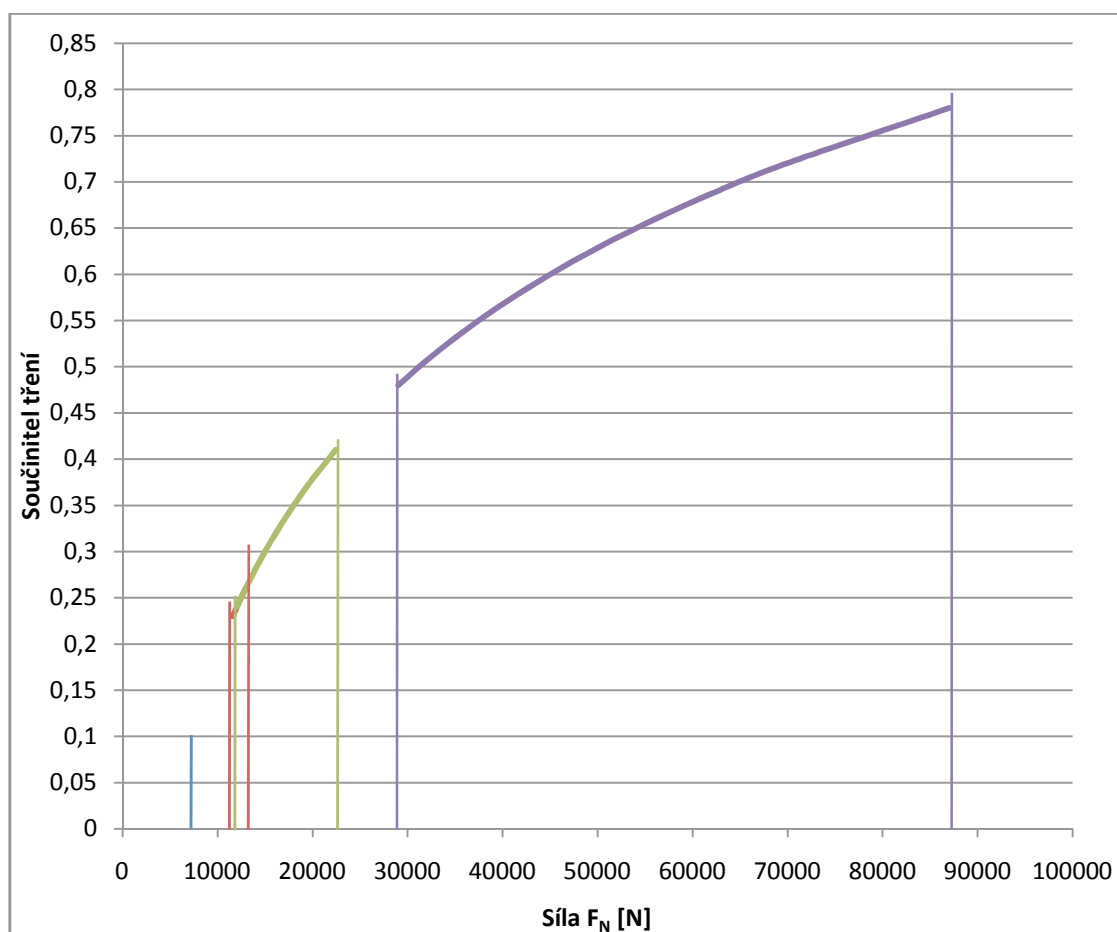


Graf 2 – Vliv součinitele tření na prodloužení dopravníku

- Kde
- Bez potahu (0,35 až 0,4)
  - Pryžový potah (0,4 až 0,45)
  - Kopie potahu FLEX – LAG (0,45 až 0,61)
  - FLEX – LAG potah (0,74 až 0,83)

Graf č.2 ukazuje možnost prodloužení dopravníku díky změně potahu bubnu. Zvolením varianty keramického potahu oproti variantě bez potahu, můžeme zvýšit délku dopravníku až o 2585 m.

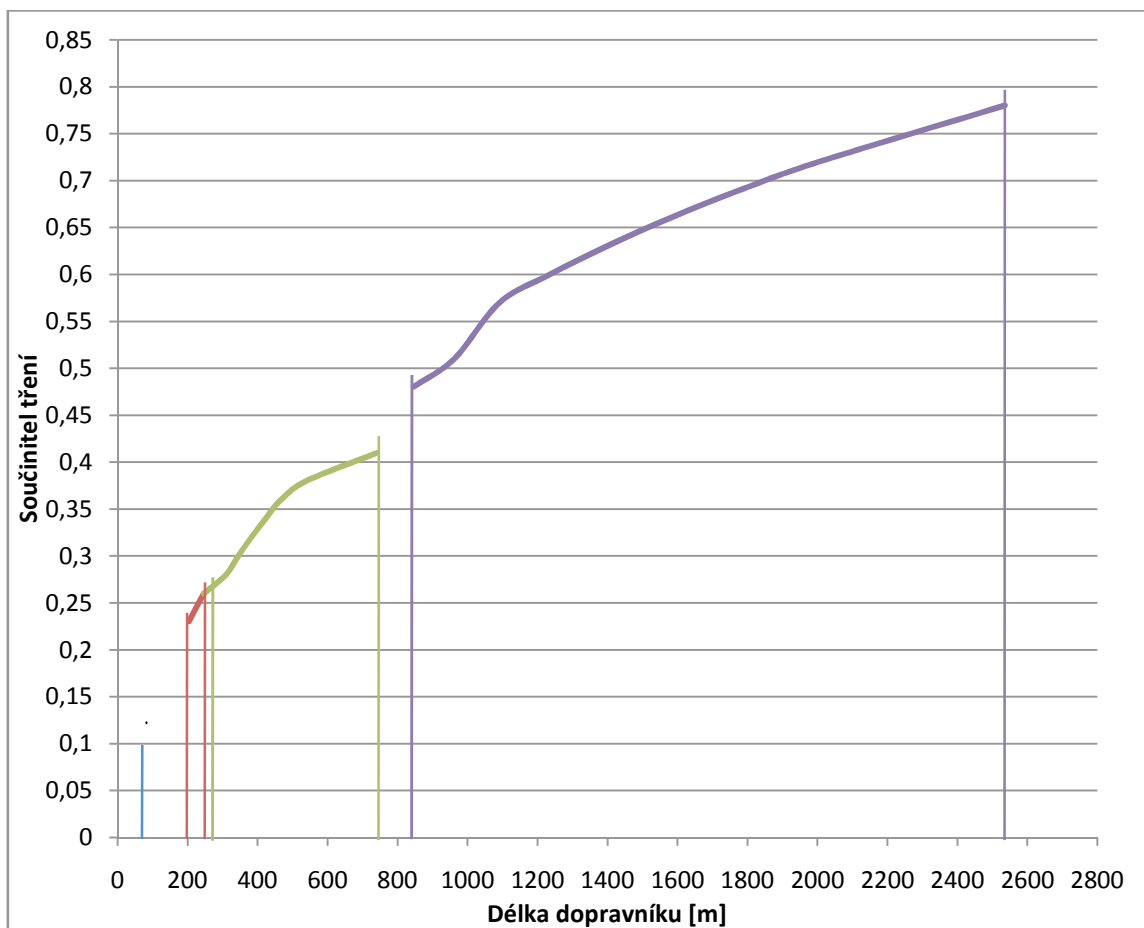
➤ **Přehled daných závislostí v mokré a čistém prostředí**



Graf 3 – Vliv součinitele tření na zvýšení síly  $F_N$

- Kde:
- Bez potahu (0,1)
  - Pryžový potah (0,23 až 0,26)
  - Kopie potahu FLEX – LAG (0,24 až 0,41)
  - FLEX – LAG potah (0,48 až 0,78)

Jestliže nastanou podmínky mokré ale čisté, můžeme z grafu opět vysledovat zvyšování nabíhající síly. Varianta bez potahu nemá pro mokré a čisté prostředí rozmezí součinitel tření, zde je pouze hodnota 0,1. Dále lze z grafu vyčíst, že pryžový potah a kopie potahu FLEX – LAG se částečně překrývají z důsledku částečně totožného součinitele tření. V opětovném srovnání základního bubnu bez potahu a bubnu s keramickým potahem, nám graf ukazuje možnost až jedenácti – násobné zvýšení síly.



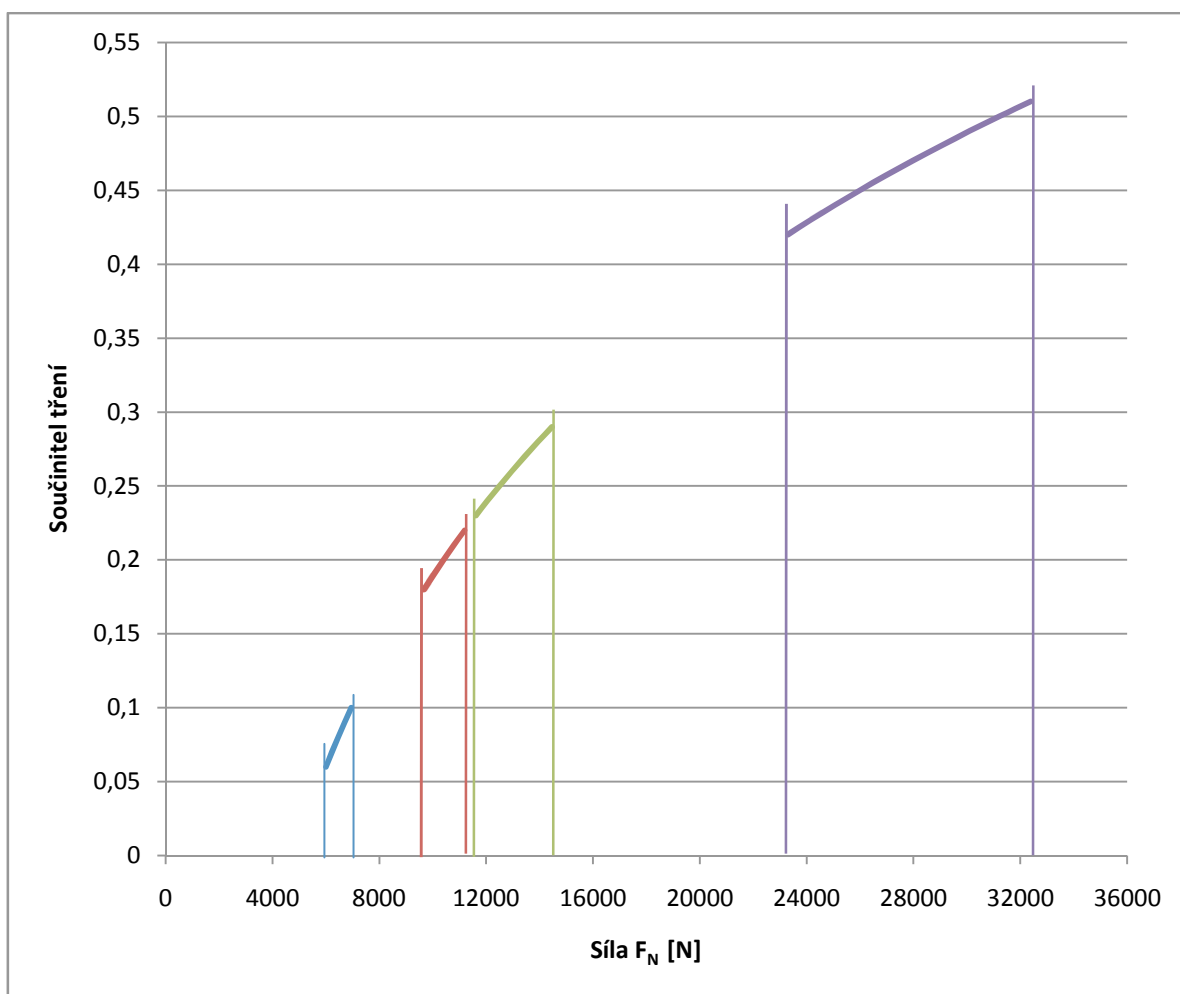
Graf 4 - Vliv součinitele tření na prodloužení dopravníku

Kde:

- Bez potahu (0,1)
- Pryžový potah (0,23 až 0,26)
- Kopie potahu FLEX – LAG (0,24 až 0,41)
- FLEX – LAG potah (0,48 až 0,78)

Opět varianta bez potahu nemá rozmezí součinitele tření, tedy nastává bodové vyjádření délky dopravníku. A i zde vzniká částečné překrytí pryžového potahu a kopie potahu FLEX – LAG vlivem shodného součinitele tření. Prodloužení dopravníku může dosáhnout hodnoty až 2467 m.

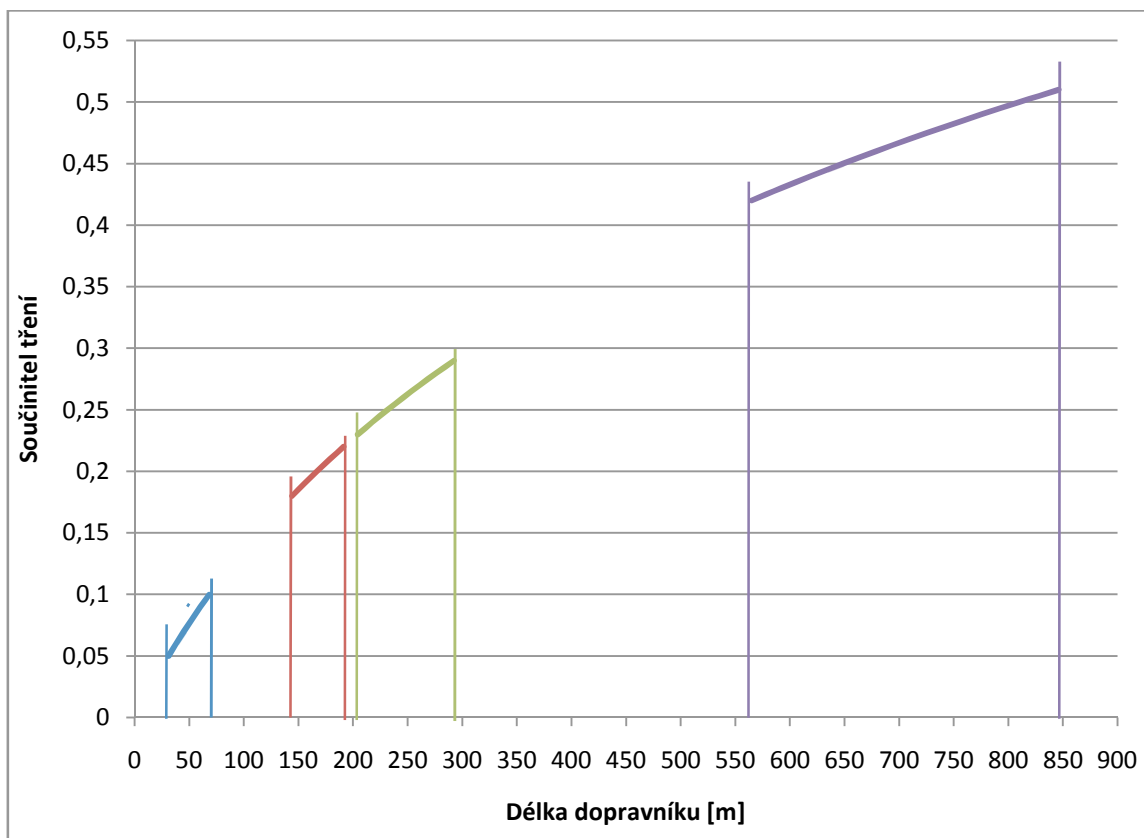
➤ **Přehled daných závislostí v mokrém a znečištěném prostředí**



Graf 5 - Vliv součinitele tření na zvýšení síly  $F_N$

- Kde:
- Bez potahu (0,05 až 0,1)
  - Pryžový potah (0,18 až 0,22)
  - Kopie potahu FLEX – LAG (0,23 až 0,29)
  - FLEX – LAG potah (0,42 až 0,51)

Extrémní podmínky jako je bláto, voda a veškeré nečistoty, řadíme právě do této skupiny. Jestliže opět porovnáme obyčejný buben bez potahu a buben s keramickým potahem, můžeme docílit více než čtyř násobné zvýšení síly.



Graf 6 - Vliv součinitele tření na prodloužení dopravníku

- Kde:
- Bez potahu (0,05 až 0,1)
  - Pryžový potah (0,18 až 0,22)
  - Kopie potahu FLEX – LAG (0,23 až 0,29)
  - FLEX – LAG potah (0,42 až 0,51)

Délka dopravníku se opět změnou potahu dá zvýšit, ovšem hodnoty už nejsou tak velké jako v suchých případně mokřích podmínkách. Ovšem i tak můžeme dosáhnout až prodloužení dopravníku až o 815 m.



## Závěr

Při volbě potahu jsem bral v potaz celkové cenové náklady, nutnost demontáže bubnu a také vlastnosti daných povrchů. Zadaná hodnota 20 let nebyla z pohledu volby ideální. Pro počítání celkových nákladů je nutné si uvědomit, že životnost daného povrchu nebude vždy přesně vycházet se zadanou podmínkou. Např. u potahů, které mají životnost tři roky, je nutné brát cenu, která bude za 21 let životnosti. To platí i u ostatních povrchů.

Uvažovat aplikování pryžového potahu, jsem po zběžném zhodnocení vyloučil. Jeho vysoké pořizovací náklady s faktem nutnosti každé tři roky demontovat válec a následně provádět výměnu obložení je nepřijatelné. Navíc i jak je zmíněno výše, jeho vlastnosti jsou na základních hodnotách, které mohou mít za následek další zvyšování nákladů během provozu.

Česká kopie FLEX – LAG WELD se z hlediska použití keramických destiček jevila jako vhodná varianta. Poměrně vysoký součinitel tření a výhoda renovace povrchu bez nutnosti demontáže bubnu vedla k možné volbě. Ovšem následná analýza cenových nákladů tento povrch vyřadila. Cena, která atakovala hranici 1 200 000 Kč, byla nepřijatelná i ve spojení s hodnotami prostojů z důvodu prokluzu.

Produkty od firmy Flexco, které se nabízejí ve variantě jak lepené tak i svařované po celkovém zhodnocení vedly jejich jasné volbě. Obě varianty mají shodné vlastnosti, liší se jen nepatrně pořizovací cenou. Proto moje konečná volba, kdy jsem zvažoval výhody i nevýhody viz.kapitola 2.2, padla na povrch FLEX – LAG WELD. Vlastnosti, které daný produkt nabízí a i prozatímní výsledky v provozu, kdy nebyla zjištěna žádná degradace případně porucha, mě přesvědčili a potlačili fakt, že povrch bude oproti požadované životnosti 20 let přesluhovat takřka 12 let. Nabízela se možnost volby keramického povrchu na prvních 16 let a zbylé 4 roky použít jiný materiál, případně různé kombinace potahů. Ovšem celková cena by byla větší než v případě použití dvakrát za sebou FLEX – LAG WELD.

Volba potahu nebyla ovlivněna pouze pořizovacími náklady případně jednoduchostí aplikace na povrch pláště. V kapitole 2.4, kde je graficky znázorněn průběh zvyšujících se sil a prodloužení dopravníku za použití lepšího materiálu, mě vedlo k přesvědčení, že lepší potah může snížit náklady na provoz, počáteční pořizovací náklady na pohon a případnému prodloužení dopravníku. Rozdíly mezi základním potahem, který má součinitel tření v průměru 0,3 a nejlepším potahem s průměrnou hodnotou součinitele tření 0,8 mohou dosahovat až deseti násobků.

## Literatura

- [1] POLÁK, Jaromír, Karel BAILOTTI, Jiří PAVLISKA a Leopold HRABOVSKÝ.  
*Dopravní a manipulační zařízení II*. Ostrava: VŠB - TU Ostrava, 2003.
- [2] *Ridler* [online]. [cit. 2012-05-11].  
Dostupné z: <http://www.conveyor-idler.com/conveyor-pulley/Drive-Pulley.html>
- [3] Kars - Brno [online]. [cit. 2012-05-10].  
Dostupné z: <http://www.kars-brno.cz/kategorie/trojfazove-asynchronni-prevodove-motory.aspx>
- [4] *Manutan* [online]. [cit. 2012-05-10].  
Dostupné z: [http://www.manutan.cz/pasovy-dopravnik-40-cd\\_M646002.html](http://www.manutan.cz/pasovy-dopravnik-40-cd_M646002.html)
- [5] *Interroll* [online]. [cit. 2012-05-10].  
Dostupné z: <http://www.interroll.cz/?wm=m%281612%29sp%281500%2C1515%2C2231%29>
- [6] Praktikloziska. *Praktikloziska* [online]. [cit. 2012-05-11].  
Dostupné z: [http://www.praktikloziska.cz/Loziska/4-stranka-1?subkat=Loziska\\_SKF](http://www.praktikloziska.cz/Loziska/4-stranka-1?subkat=Loziska_SKF)
- [7] *VUT Brno* [online]. [cit. 2012-05-11].  
Dostupné z: [http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=40816](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=40816)
- [8] *DvB-AF s.r.o.* [online]. [cit. 2012-05-11].  
Dostupné z: [http://flexco.cz/cz/index.php?id=pdf\\_soubory&np=PDF%20soubory](http://flexco.cz/cz/index.php?id=pdf_soubory&np=PDF%20soubory)
- [9] *Rulmeca* [online]. [cit. 2012-05-11].  
Dostupné z: [http://www.rulmeca.com/modules\\_cms/prcatpage.php?cc=4&pc=0](http://www.rulmeca.com/modules_cms/prcatpage.php?cc=4&pc=0)
- [10] *Ccipulley* [online]. [cit. 2012-05-11].  
Dostupné z: <http://www.ccipulley.com/cci-Tech.html>
- [11] *ASGCO* [online]. [cit. 2012-05-11].  
Dostupné z: <http://www.asgco.com/conveyor-products/>
- [12] *Hiroller* [online]. [cit. 2012-05-11].  
Dostupné z:  
[http://www.hiroller.com/PDF/Exhibit\\_Lagged\\_Head\\_Drive\\_Pulleys\\_Dec\\_16\\_2002.pdf](http://www.hiroller.com/PDF/Exhibit_Lagged_Head_Drive_Pulleys_Dec_16_2002.pdf)

[13] *Klemeko* [online]. [cit. 2012-05-11].

Dostupné z: <http://www.klemenko.cz/foto/vyrobky/DSC01869.jpg>

[14] *Made-in-china* [online]. [cit. 2012-05-11].

Dostupné z: <http://zejx2011.en.made-in-china.com/product/ZbQxaDodZBYV/China-Rubber-Lagging-for-Conveyor-Roller.html>

[15] *Flexco* [online]. [cit. 2012-05-11].

Dostupné z: [http://www.flexco.com/products/flex\\_lag\\_diamond\\_ceramic.html](http://www.flexco.com/products/flex_lag_diamond_ceramic.html)

[16] FRIES, Jiří. *Pásové dopravníky, bubny a jejich výpočet*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2009, 189 s. ISBN 978-80-248-2080-4.

## Seznam příloh

### Výkres sestavy:

Hnací buben

BAC0007 – 1 – 1

### Výrobní výkresy:

Plášť

BAC0007 – 1 – 1.1

Víko

BAC0007 – 1 – 1.2

Vnější náboj

BAC0007 – 1 – 1.3

Vnitřní náboj

BAC0007 – 1 – 1.4

Ložiskové těleso

BAC0007 – 1 – 1.5

Krycí víčko

BAC0007 – 1 – 1.6

Hřídel

BAC0007 – 1 – 1.7